كوكبنا النابض بالحياة

تأليف

محمد سعيد النعناعي

الكتاب: كوكبنا النابض بالحياة

الكاتب: محمد سعيد النعناعي

الطبعة: ٢٠٢٠

الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)



٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة
جمهورية مصر العربية
هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥
فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

E-mail: news@apatop.comhttp://www.apatop.com

دار الكتب المصرية
فهرسة إثناء النشر

محمد ، سعيد ، النعناعي
كوكبنا النابض بالحياة / محمد سعيد النعناعي
– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.
٢٤٢ ص، ١٨ سم.
الترقيم الدولى: ١ – ٩٤٣ – ٤٤٦ – ٩٧٧– ٩٧٨
أ – العنوان رقم الإيداع : ٥٥٨٨ / ٢٠١٩

كوكبنا النابض بالحياة





"إن في خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولي الألباب"

قرآن كريم

مقدمة

لا مراء في أن ثورتنا الثقافية الراهنة تفرض على كل مواطن أن يتسلح بسلاح المعرفة والثقافة ليخوض معركة الحياة في ثقة واطمئنان، ويقيني أن الثقافة بآفاقها البعيدة لا بد أن تستند إلى إلمامة بمسرح هذه المعركة كي لا يقف المرء إزاءه حائراً متردداً، ذلك لأن سحب الشك والإبهام لا يبددها سوى المعرفة واليقين، وهما السبيل الأمثل إلى الإيمان الوطيد بقدرة الخالق في علاه، والضوء الكاشف الذي يساعد على وضوح الرؤيا خلال السعي في مناكب الأرض ومسالك الحياة.

ولا ريب في أننا في عصر الفضاء الذي نعيشه الآن مشدوهين مبهورين لما تكشف لنا من حقائق عن السكون لم يكن ليرقى إليها خيال، نستشعر الحاجة إلى مزيد من المعرفة عن أقرب الأجسام إلينا من الكون وهو كوكبنا الذي وهبنا الله الحياة عليه وأودع فيه من نبض الحياة ما سما بالفكر الإنساني ليجوب أجوز الفضاء اللا نهائي، ويتخذ من الكوكب الأرضي منطلقاً وطيداً إلى سائر الكواكب بل وإلى غايات ما زالت في عالم المجهول.

وهذا الكتاب أقدمه للسادة الزملاء من الأساتذة والأبناء من طلاب العلم والثقافة عسى أن يجدوا فيه لوناً من ألوان الغذاء الفكري الملائم الذي يتمثل في عرض الحقائق الجديرة بالإلمام عن مسرح الحياة

والله نسأل التوفيق والسداد

محمد سعيد النعناعي



مدخل للقراءة

نحن نعيش الآن في ثورة علمية هائلة استطاع فيها الإنسان أن يحقق بالفكر ما طالما طاف به الخيال وأضحى طموحه في تحويل الأحلام والأماني إلى وقائع حسية طموحا لا نهائيا أشبه بلا نهائية الفضاء، ولم يعد يكفيه أن أصبح يتحكم في الجبال فيشق فيها المسالك والأنفاق، وفي مجاري الأنهار فيعدل من اتجاهها، وفي الصحراء فيشبع فيها الخصب والنماء، وفي الطقس فيحول اتجاه الرياح ويلطف درجة الحرارة ويستمطر السحاب، أو بعبارة أخرى أن يجعل الأرض بنبتها وحيوانها ومعادنها وبأمواجها وأحيائها، والغلاف الجوي بسحبه وتياراته الهوائية، ذلولا لرغباته ومتطلبات حياته الحضرية الحديثة. لم يعد يكفيه أن فجر الذرة واستخدم موجات الأثير وحلق عالياً في الفضاء، بل راح يكشف المزيد من أسرار الطبيعة ومكنونات القوى التي تحكمها حتى استطاع أن يخرج عن نطاق الأرض وينطلق إلى الفضاء الكوني البعيد، فصنع الأقمار وأطلقها لتدور حول الأرض بسرعة تصل إلى عشرات الآلاف من الأميال في الساعة، وشهد العالم في خريف عام ١٩٥٧ أول قمر ينطلق كالشهاب في الفضاء، وكان ذلك القمر الروسي استهلالا لمرحلة إطلاق الأقمار الصناعية.

وتوالت أبحاث الفضاء وحشدت جهود العلماء مزودة بأرقى عصارات العقل البشري لخوض معركة الحاضر والمستقبل، ولم يكد العالم يفيق من أثر الدهشة حين رأى الأقمار الصناعية بسرعتها الخارقة تنفذ في

أجواز الفضاء حتى انتابه الذهول بنبأ إطلاق الصواريخ التي جاوزت مدار القمر الطبيعي وراحت تدور حول الشمس تنافس الكواكب في أفلاكها، واستيقظ العالم في الرابع عشر من شهر سبتمبر عام ١٩٥٩ على حدث كان من قبل من نسج الأساطير الخرافية، فقد أطلقت روسيا أول صاروخ وصل إلى سطح القمر وكانت هذه أول رحلة في الفضاء بين الأرض وكوكب آخر، وتتابعت بعدها رحلات الفضاء بأطلاق الصواريخ المماثلة، وكان ذلك تمهيداً لبلوغ الإنسان سطح القمر بل وللوصول إلى كواكب أخرى فبدأت تجارب إطلاق الصواريخ التي تحمل سفن الفضاء بمن فيها من رواد الفضاء، وقام يوري جاجارين الروسي بأول رحلة للفضاء في الثاني عشر من إبريل عام ١٩٦١ فدار حول الأرض دورة قطع خلالها ٢٦ ألف ميل في ١٠٨ دقيقة. وتوالت بعد ذلك رحلات الرواد في سفن الفضاء بما يتخللها من مغامرات خروج الرواد من السفن والسير في الفضاء تمهيداً لغزو القمر وارتياد مجاهل الكون والتعرف على طبيعة الفضاء وكنه الأشعة الكونية.

هذه الكشوف العملية الرائعة حركت في الإنسان العادي بواعث التبصر في نظام الكون الذي يحتويه، فالأرض التي يعيش عليها ليست إلا كوكبا واحداً من عشرة كواكب تؤلف المجموعة الشمسية، والشمس في ذاتها لا تزيد على كونها نجما عاديا أصغر من كثير من النجوم التي نراها متألقة في الليالي الصافية. والمجموعة الشمسية التي تنتمي إليها أرضنا ليست إلا واحدة من ملايين المجموعات الأخرى التي تنتظم شموسا أخرى وتوابع أو عوالم لا حصر لها. وقد سمعنا أخيراً عن عوالم بالغة البعد عن

عالمنا نرسل إشارات على موجات الراديو تلتقطها آذان صناعية ضخمة تتنافس بعض الدول في إنشائها لتتسمع إشارات الفضاء والكون البعيد وتحولها العقول الإلكترونية المتصلة بها إلى معلومات بالغة القيمة والأهمية.

إن الكوكب الذي نعيش عليه لا تكاد عين الإنسان ترى منه سوى رقعة من الفضاء المسطح المحدود تظللها قبة سماوية مرصعة بالنجوم أو مشحونة بالسحب، وأن قدم الإنسان لا تشعر إلا بظهر الأرض ثابتاً من تحتها لا حراك له، فليس من اليسير عليه أن يتخيل نفسه شاخصاً على سطح كرة تدور حول نفسها بسرعة عظيمة تبلغ ألف ميلا في الساعة بينما يدور حولها تابعها الصغير متمثلا في القمر الذي يغمرها بالأشعة الفضية الجملة، وتدور الأرض وتابعها حول الشمس بسرعة خيالية تبلغ ٢٠ ميلا في الثانية الواحدة، وفي الوقت ذاته تدور ونظائرها من الكواكب الأخرى مع الشمس في فلك آخر بسرعة تبلغ ١٧٠ ميلا في الثانية، وهكذا تمتلئ أجواز الفضاء اللا نهائي بحركات بالغة التعقيد والغموض.

غير أن الكوكب الذي نعيش عليه يبدو للذهن المجرد جسماً جامداً لا حياة فيه بينما هو للمتعمق الباحث كائن يعبر تعبيراً صادقاً عن معالم الحياة والنشاط، فمن المسلم به أن الحياة هي حالة التغييرات المتواصلة والنشاط المستمر الكامن في المادة، ولعل أبرز مظاهر الحياة ما يبدو في الحيوان والنبات، فإن نحن خلعنا صفة الحياة على الكرة الأرضية بدا هذا الاعتبار عجيباً غير مألوف. والواقع أن هذا ضيم تأبى أن تقيم عليه الكرة

الأرضية مع أن الله جعلها منشأ الحياة والحركة ومبعث ألوان النشاط الذي يتمثل بوجه خاص في غلافها الحيوي.

على أن الأرض لم تضف على سطحها مظاهر الحياة فحسب، بل هي أكسبت تلك المظاهر جانباً من صفاتها الطبيعية والسيكولوجية، وورثت الإنسان كثيراً من تلك الصفات منذ احتضنته في طفولته البشرية، وهيأت له شبعاً ورياً وآمنت وحشته وبدأت تشعره بمقامه بين سائر الأحياء، وجعلت له من شعابها ودروبها مدرسة خالدة تعلم فيها ما لم يعلم، ووعى من أسباب الثقافة والتحضر ما لم يكن في الحسبان. ولئن كانت فلسفة الحياة تقتضي وجود الخير والشر فقد أخذ الإنسان هذه الفلسفة عن أمه الأولى، علمته إياها بضروب من القسوة آنا والرحمة آنا فنشأ بنفس تتفاعلها نزعات متباينة بعضها يرديه موارد الحتف والهلاك وبعضها يهديه سبل الخير والرشاد.

وبما أن الحياة تتصل بأصول ومظاهر خاصة، حق لنا أن نطبق ما نستطيع تطبيقه من تلك الأصول والمظاهر على الأرض إمعانا في الدلالة على صفتها الحيوية فنتناول الموضوعات المتصلة بمولد الكرة الأرضية والأسرة التي قدت من صلبها العظيم، وكيف انحدرت الأرض من هذه السلالة العريقة، ونبحث تاريخ مولد الأرض وتقدير عمرها. ثم نحاول التعرف على شكل الأرض في طفولتها الأولى، وأهم ما تناولها من تقلبات وأحداث. ثم نطالع في سجلها الجيولوجي مظاهر الحركة والنشاط، وآثار ذلك في جسم الأرض وما يعتريها من انفعالات داخلية وثورات تبدو كنفثة

المحموم أو زمجرة الغاضب الملتاع، تخرج منها الأرض في غالب الأحيان وقد أصابتها رضوض أو كسور أو التواءات في جزء أو أجزاء من جسمها الكبير. ثم نلحظ في صفحتها الخارجية مظاهر الحركة التي تتمثل خفيفة منتظمة في الرياح الهادئة والنسيم الرصين، وفي الجدول المترقرق والغدير المنساب، أو عنيفة مضطرمة في الزوابع والأنواء وفي البروق والرعود وفي الأمطار المتدفقة والسيول الجارفة وفي المياه الجارية وفي التيارات البحرية المتلاحقة والأمواج المتلاطمة، وما إلى ذلك من مظاهر الحركة التي لا تترك وجه الأرض بغير تبدل أو تشكيل. ثم نبين بعد ذلك كيف أسفرت حيوية الأرض عن تكوين غلافها الحيوي، وكيف تطورت الحياة على سطحها حتى بدأ تاريخ الإنسان في كتاب الزمان.

وإن كان بعد ذلك لكل بداية من نهاية قلنا الحق في أن نتناول تطبيق ذلك على الأرض فنتساءل أخيراً. هل للأرض – بعد عمر طويل – من نهاية محتومة كسائر الأحياء، ومتى يكون ذلك اليوم العصيب؟.

الباب الأول

مولد الأرض والأسرة التي انحدرت من سلالتها

إن مذهبنا في اعتبار الأرض كائنا حيا يحدو بنا لأول وهلة إلى التفكير في مولد الأرض وفي الأسرة التي أنجبت كوكبنا الذي نعيش فيه، وهو أمر طالما شغل الأذهان منذ القدم. فأي أمومة تلك التي تمخضت عن عالمنا العظيم؟ وأي الظروف والأقدار ساهمت في مولده؟ ومتى كان ذلك الحدث الأكبر؟ ومن غير الأرض ينتمي إلى هذه الأمومة فتربطه والأرض وشائج الأخوة والشبه؟

تضاربت الآراء والفروض إزاء ذلك وتباينت المذاهب، ونحن نستطيع أن نستعرض أهم النظريات المتصلة بهذا الموضوع ونستخلص منها على ضوء العلم الحديث أكثرها شيوعا وأدناها إلى الفهم.

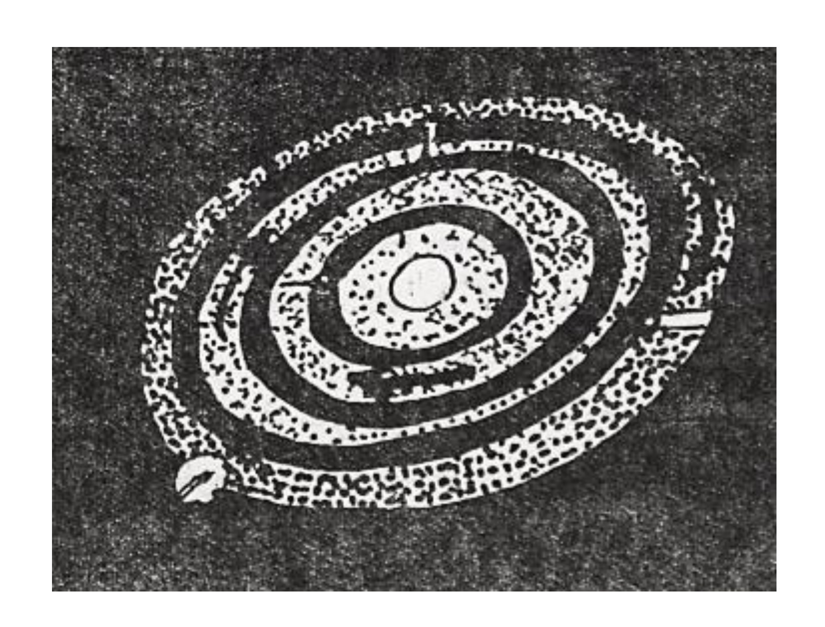
الأصل السديمي للأرض

هناك نظريات ترجع الأرض وسائر الكواكب أو السيارات كما ترجع الشمس وسائر النجوم إلى أصل سديمي، ولكي تتخيل السديم لا بد من أن نفترض مع "سير جيمس جينز Sir James Jeans" أن الفضاء كان في بادئ الأمر ممتلئا بالغاز ثم بدأ هذا يتكاثف في كرات منعزلة تكون من كل منها سديم، ونشأ في كل سديم تيارات غازية بحكم الجاذبية حملت

السديم على الدوران حول نفسه في شكل قريب من شكل الأرض، وكلما ضمر تغير الشكل وازداد تفرطحه فتكاثفت عند حوافه الخارجية كتل متميزة تولدت منها النجوم والكواكب. وأخص من يرجع الأرض إلى أصل سديمي هو العالم الفرنسي "لابلاس Laplace" الذي أدلى بنظريته السديمية عام ١٧٩٦ على أن النظرية السديمية قد دخلها كثير من التعديلات فاتخذت أشكالا تختلف عن الشكل الذي وضع أساسه لابلاس. ففي عام ١٨٩٠ وضع السير نورمان لوكير Sir Norman Lockger نظريته التي تفترض في السديم أنه حشد من النيازك الصلبة (لا الغازية كما افترضها لابلاس) تتجمع نيازكه الباردة المعتمة بقوة الجاذبية فتشتد حرارتها بقوة الاحتكاك ثم تتفرق أجزاؤها بقوة الطرد المركزية مكونة المجموعة الشمسية التي تنتمي الأرض إلى سلالتها.

غير أن النظريات السديمية بأشكالها المختلفة رغم ما فيها من أوجه تعززها كانت منذ أواخر القرن الماضي موضع النقد والشكوك. ومن أقوى الاعتراضات التي تخطئ هذه النظرية هو التركيب الكيميائي للسديم. إذ لا بد من افتراض أن السديم القديم كان سريع الحركة شديد الحرارة وهذا الافتراض يفضي بتشتيت بعض مواد السديم عن القلب وخاصة عنصر الأيدروجين، ومع ذلك فإن هذا العنصر بارز في تركيب الشمس والأرض.

سديم أو مجموعة من الغاز والرماد الحار تدور بشدة حول نفسها فتتكاثف عند الحواف الخارجية كتل متميزة ينشأ عنها الكواكب التي تدور حول النواة



نظرية الكويكبات

لهذا نشأت نظريات أخرى تبدأ بالشمس كأصل للمجموعة الشمسية ومن ذلك نظرية الأستاذ "تشمبرلن Chamerlin" الأمريكي الذي خرج في عام ١٩٢٤ بالنظرية المسماه بنظرية الكويكبات Planetesimals باعتبارها منشأ الأجرام السماوية ومنها الشمس. فهو يفترض أنه كانت هناك شمس قديمة أكبر جرما من الشمس الحالية ولا تختلف في تركيبها عنها، بل تشتمل على مادة الشمس الحالية. ومادة الكواكب التي تنتمي إليها ومن بينها الأرض، ونظراً لشدة حرارة تلك الشمس كانت ذراها في حركة دائمة وبقوة شديدة وسرعة هائلة مما أدى إلى انفعالات داخلية ساعدت على حدوث اضطرابات على سطح الشمس –كالتي تحدث في الشمس الحالية وتتمثل في الكلف الشمسي –

وخروج ألسنة عظيمة متفجرة تمتد مئات الآلاف من الأميال وتندلع بسرعة مئات الأميال في الثانية

وتذهب النظرية إلى أن هذه الاضطرابات في الشمس القديمة ازدادت باقتراب نجم زائر من الشمس اقترابا شديداً مما أحدث امتدادا كبيرا في هذه الألسنة، ثم تفاقمت قوة الجاذبية في الجانب المقابل للنجم الزائر بازدياد اقترابه وقوة الطرد في الجانب المضاد حتى انتزعت عدة قذائف مزدوجة من هذه الألسنة وكونت السيارات التي تعتبر الأرض إحداها، كما كونت توابعها التي تدور حولها وتعرف بالأقمار، وأخذت تلك السيارات في الدوران مع توابعها حول الشمس بما اكتسبته من قوة الاندفاع بعد ابتعاد النجم الزائر، وكانت في الحالة الغازية ثم أخذت تبرد بمرور الزمن حتى تكونت لها قشور صلبة وازدادت برودة القشرة الأرضية وأخذت طوائف من ذراتها تتحد فتكونت كما يقول السير "جينز" من ذلك خلايا منظمة متماسكة لم يعرف شيء عن طبيعتها أو طريقة ظهورها لأول وهلة في الوجود وتألفت باتحادها الحياة، وأخذت تلك الخلايا الحيوية تزداد في التعقيد على مر الزمن حتى بلغ التعقيد أقصاه في حالة الإنسان منذ بدأ دبيبه على سطح الأرض.

وتفرعت هذه النظرية آراء أخرى معدلة، فمن ذلك أن العالم "جفريز H. Jeffreys. يرى اشتقاق الأرض من الأصل الغازي إلى الحالة السائلة المنصهرة، لا إلى الحالة الصلبة مباشرة كما يرى شمبرلن. ثم إن "جفريز" يعتبر اضطرابات الشمس عاملا ثانويا، وأن العامل الأساسي لتفتق

القذائف هو زيارة النجم الذي يراه أكبر من الشمس عدة مرات، لذا فإن نظريته تسمى بالتفتق الشمسي من أثر المد Tidal Solar Disruption

ولجفريز آراء أخرى في طريقة برودة قشرة الأرض والمراحل المتتابعة التي مرت بها الأرض من الحالة الغازية إلى حالتها الراهنة، على أن بعض هذه الآراء وأشباهها تبدو غير مقنعة تماماً في تفصيلها ولسنا بصدد مناقشتها ونقدها ولكن حسبنا أن نخرج بالنتيجة التي يلتقي عندها الآن علماء الفلك قاطبة والتي تتلخص في أن الأرض ليست كذلك سوى فرد من أسرات متعددة أخرى، ويقول العالم "كانت" في كتابه "نظرية السماوات" إن عالمنا الشمسي ما هو إلا واحد من حشد لا نهائي من العوالم والمجموعات النجمية التي تملأ أجواز الفضاء بل إن هذا العالم أشبه شيء بالذرة تمثل فيه الشمس النواة.

وتمثل الكواكب الإلكترونات (أو الكهارب) التي تدور حول النواة فالشمس كما قال الشاعر حافظ إبراهيم.

هي أم الأرض في نسبتها   هي أم الكون والكون جنين

الشمس

هي أحد النجوم العديدة التي يكتظ بها الفضاء، وهي مركز المجموعة الشمسية التي تنتمي إليها أرضنا، وبحكم جاذبية الشمس تدور حولها كواكب تلك المجموعة في مدارات تختلف في اتساعها وبعدها عن الشمس.

والشمس كرة غازية شديدة الحرارة والتوهج إلى درجة البياض، وأهم غازاتها الأيدروجين، ويقال إن الحرارة التي تنبعث من الشمس تنشأ عن انكماش الكتلة الشمسية ببطء نحو المركز. وتقدر درجة حرارة باطن الشمس بنحو عشرين مليون درجة مئوية كما تقدر درجة حرارة شمس الشمس بنحو ستة آلاف درجة، وترجع حرارة الشمس إلى الطاقة الذرية العظيمة الكامنة فيها.

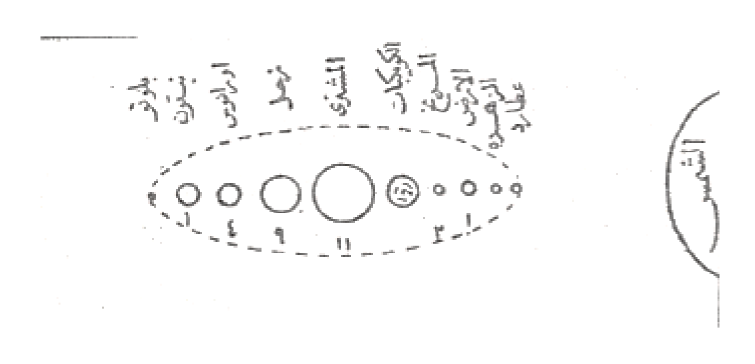
ويزيد حجم الشمس عن حجم الأرض بنحو مليون وثلاثمائة ألف مرة، فيمكن تشبيه حجم الأرض بالنسبة لحجم الشمس برأس دبوس صغير بالنسبة لكرة كبيرة يبلغ قطرها ١٥ سم تقريباً. ويبلغ طول قطر الشمس ٨٠٠.٠٠٠ ميلا أي يبلغ قدر طول قطر الأرض مائة مرة، ولا يزيد ثقل الشمس عن ثقل الأرض بأكثر من ٣٣٠.٠٠٠ مرة وذلك لطبيعة تكوين الشمس الغازي.

وتنبعث لنا الحرارة والضوء من الجزء الخارجي لقرص الشمس، ويحيط بهذا الجزء غلاف غازي تندلع منه أحياناً ألسنة من اللهب تعرف بالزوائد، ويتحول ذلك الغلاف من الخارج إلى غازات خفيفة جداً تمتد إلى مسافات شاسعة وتندفع إلى أعلى فتبرد أجزاء منها وتتكثف وتعرف بالكلف الشمسي أو البقع الشمسية.

وتتحرك البقع الشمسية على سطح الشمس من الغرب إلى الشرق مما يدل على أن الشمس تدور حول محورها من الغرب إلى الشرق مثل

الأرض وسائر الكواكب، وتستغرق دورة الشمس حول محورها ما يعادل ٢٧ يوما من أيام الأرض، وقد لوحظ أيضاً أن البقع الشمسية تتحرك أيضاً مع حركة الشمس من الغرب إلى الشرق ولذا يلاحظ أنها تظهر عادة لمدة ١٤ يوماً تقريباً ثم تختفي لتعود إلى الظهور بعد ١٤ يوماً أخرى، ويدل تتبع حركة البقع الشمسية على أن محور الشمس مائل على مستوى الفلك بمقدار ٧ درجات. ويتبع عادة ظهور البقع الشمسية حدوث اضطرابات مغنطيسية شديدة على سطح الأرض وما يتبع ذلك من ظاهرات جوية. وتبعد الشمس عن الأرض بمقدار ٩٣ مليون ميلا تقريباً وهي مسافة لو افترضنا أن قطاراً يسير ليلاً ونهاراً بسرعة ستين ميل في الساعة لأمكن أن يقطعها في مدة تبلغ ١٧٥ سنة.

المجموعة الشمسية: وهي صورة مكبرة لتكوين الذرة (Atom) فهي تتألف من مركز أو بؤرة وهي الشمس وأجسام تدور حولها (Molecules) وهي مجموعة الكواكب التي تنتمي إليها الأرض وتدور مثلها حول الشمس وهذه الكواكب هي بحسب ترتيب قربها من الشمس: عطارد والزهرة والأرض والمريخ ومجموعة الكويكبات الصغيرة (التي كشف عن ما يزيد على الألفين منها) ثم المشترى وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو، ولبعض هذه الكواكب تابع أو أكثر يدور حوله، فللأرض تابع واحد وهو:



المجموعة الشمسية

القمر:

هو أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض إذ يبعد عنها بنحو ٢٤٠ ألف ميلا وهي مسافة قصيرة إذا قيست ببعد الأرض عن الشمس، ويبلغ حجم القمر نحو جزء من ٥ من حجم الأرض، ويدور القمر حول الأرض مرة كل شهر قمري (٢٩ ونصف يوماً تقريباً) وفي نفس هذه المدة يقطع دورة كاملة حول نفسه. ومدار القمر حول الأرض لا ينطبق تماماً على المستوى الذي تدور فيه الأرض حول الشمس وإلا لحجبت الأرض أشعة الشمس عن القمر عندما تتوسط الأرض بين الشمس والقمر فيحدث "خسوف القمر" في منتصف كل شهر قمري، ولحجب القمر أشعة الشمس عن الأرض عندما يتوسط بينها وبين الشمس فيحدث "كسوف الشمس" في أول كل شهر عربي.

ويرجع ظهور القمر بأوجه مختلفة خلال الشهر القمري كما يرجع اختلاف موعد شروقه وغروبه بين يوم وآخر إلى دورانه حول الأرض وإلى اختلاف موقعه بالنسبة للأرض والشمس أثناء دورانه.

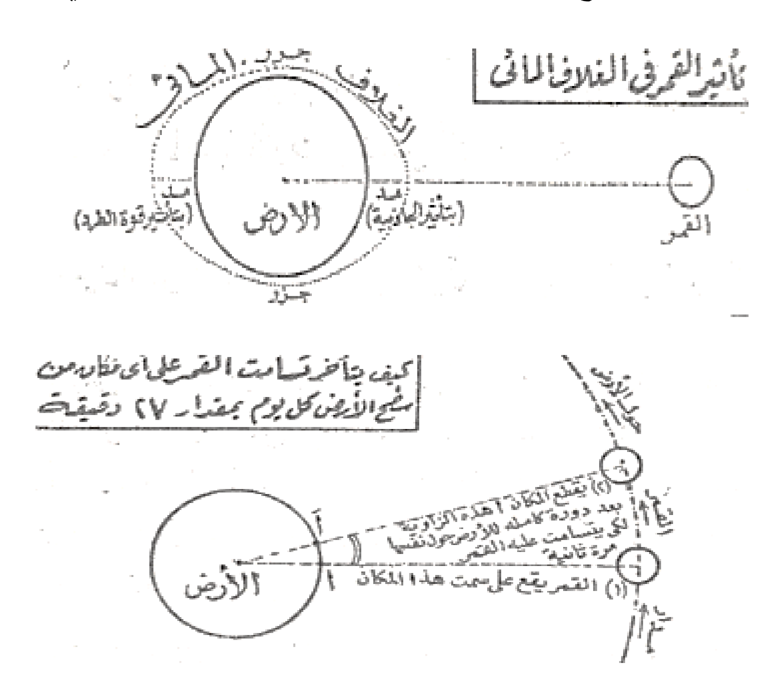
ويشرق القمر كالشمس من صوب الشرق ويغرب في الغرب نظراً لدوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق مرة كل **٢٤** ساعة تقريباً.

وليس القمر سوى جسم معتم كجسم الأرض الذي انفصل عنه أثناء تكون الأرض، وتنعكس على القمر أشعة الشمس فتضيئه ويبدو للأرض منيراً. ويشبه سطح القمر سطح الأرض بما يكتنفه من جبال ووهاد وتلال وصحراوات وفوهات بركانية وغير ذلك مما يختلف في ارتفاعه وعمقه بين جهة وأخرى.

وقد أمكن للمراصد الفلكية تحديد مواقع تلك التضاريس وامتدادها وكان الفلكيون منذ عهد "جاليليو" يظنون المناطق التي تبدو سوداء على سطح القمر بحاراً وخلجاناً فأطلقوا عليها أسماء خيالية مثل "بحر السكون" وخليج "قوس قزح" كما أطلقوا أسماء أخرى على ما يبدو من الجبال والقمم البركانية مثل جبال الألب وقمة أرشميدس.. وقد أثبتت المشاهدات أن ما يبدو بحاراً ما هو في الواقع إلا صحارى صخرية قاحلة.

وتقع الكرة الأرضية – يابسها وماؤها – تحت تأثير جاذبية القمر لقربه منها، وينشأ عن هذه الجاذبية ارتفاع مياه البحار فيما يعرف "بالمد"

وذلك في الجانب المواجه للقمر من الكرة الأرضية، كما يحدث "مسد" آخر في الجانب المقابل لذلك الجانب من الكرة الأرضية نظراً لتأثير جاذبية القمر على مركز الأرض واجتذابه، فتدفع وراءها الغلاف المائي بتأثير قوة الطرد، وفي هذه الحالة ينخفض الماء في الجوانب الأخرى للأرض وتحدث ظاهرة "الجزر" ويتضح ذلك من شكل "تأثير القمر في الغلاف المائي".



ويمكن أن نلحظ من هذا الشكل الأسفل أن كلا من "المد والجزر" يتعاقب في المكان الواحد مرة كل ١٢ ساعة و٢٧ دقيقة، ويلاحظ أن ضعف هذا الزمن يزيد على ما تستغرقه الدورة الكاملة للأرض حول نفسها أي ٢٤ ساعة تقريباً، وذلك لأن القمر يكون قد قطع جزءاً يسيراً من مداره حول الأرض بعد كل دورة كاملة للأرض حول نفسها في نفس اتجاه دورة للقمر فلا بد للمكان أن يستغرق ٢٧ دقيقة لكي يقع على

سمته القمر مرة ثانية. ويوضح ذلك الشكل "كيف يتأخر تسامت القمر على أي مكان من سطح الأرض كل يوم بمقدار ٢٧ دقيقة"، وهذا يفسر تأخير القمر في شروته كل يوم بمقدار ٢٧ دقيقة تقريباً، فتكون مدة اليوم القمري ٢٤ ساعة و٥٤ دقيقة، وغني عن القول أهمية الدور الذي تلعبه ظاهرة "المد والجزر" في الملاحة العالمية.

وللشمس دور أيضاً في حدوث المد والجزر، ولكن تأثيرها في ذلك أقل من تأثير القمر لأنه أقرب بكثير إلى الأرض من الشمس.

ويجمل بنا بعد ذلك أن نلم بشيء عن أفراد المجموعة الشمسية لنستبين الفرق بين الأرض وبين أخوتها.

فأما عطارد Mercury: فهو أقرب الكواكب إلى الشمس بحيث يظهر في السماء دائماً بجوارها، ويبلغ بعده عن الشمس نحو ٣٥ مليوناً من الأميال وهو لذلك أسرع الكواكب، إذ تقدر سرعته بنحو ٣٦ ميلا في الثانية، ويتم دورته في ٨٨ يوماً من أيام الأرض، فتبلغ سنته نحو ربع سنتنا، وعندما يتم دورة واحدة حول الشمس يكون قد أتم دورة واحدة كذلك حول نفسه، فأحد نصفيه يواجه دائماً الشمس فيكون في نهار دائم، بينما النصف الآخر في ظلام مستمر. وعطارد في رحلته حول الشمس يبدو لنا بأوجه مختلفة كما يبدو القمر تماماً بين الهلال الرفيع والقرص الكامل. ونظراً لقرب عطارد من الشمس فقد قدر ما يصيب سطحه المواجه لها من

الحرارة والضوء بنحو سبعة أمثال ما يصيب سطح الأرض، فتصل درجة حرارة السطح المواجه للشمس من عطارد إلى نحو ٣٥٠ درجة مئوية.

كوكب الزهرة Venus:

وقد أطلق عليه قديماً إله الجمال لأنه يبدو أشد الكواكب تألقاً وسطوعاً ويبلغ بعده عن الشمس ضعف بعد عطارد عنها، ويبلغ طول أقرب مسافة بين الزهرة والأرض ٢٣ مليوناً من الأميال. وتدور الزهرة حول نفسها مرة كل ٢٥٥ يوماً وهي نفس المدة التي تستغرقها في دورتها حول الشمس، لذا يظل أحد نصفيها دائم الظلام والنصف الآخر دائم الضوء فلا يتعاقب فيها الليل والنهار كما يحدث في حالة الأرض، ونظراً لشدة بطء دوران الزهرة حول نفسها لا يوجد لها مجال مغنطيسي كالذي يوجد للأرض نتيجة لدورانها السريع حول نفسها ولما يحدث من ذلك من وجود تيارات حمل داخل باطنها الحديدي ينجم عنها المجال المغناطيسي.

ودل التحليل الطبقي لجو الزهرة على ندرة الأكسجين به، واستنتج من ذلك انعدام وجود النباتات التي تؤهل لوجود الحياة على سطحه، لاسيما وأن كثافة السحب التي تحيط بهذا الكوكب لشدة حرارة سطحه تحجب عنه أشعة الشمس اللازمة لنمو النباتات، ووجود النباتات في ذاته عامل جوهري لتزويد الجو بالأكسجين كما هو معروف في حالة الأرض.

ويوجد في جو الزهرة كميات من ثاني أكسيد الكربون تزيد كثيراً عنها في جو الأرض كما يوجد به النيتروجين وبخار الماء.

ويظهر كوكب الزهرة لنا مثل عطارد إما كوكب صباح قبل الشروق أو كوكب مساء بعد الغروب. وقد أذيع إطلاق "مرصد نضاء لهذا الكوكب من الولايات المتحدة في ٢٧ أغسطس عام ١٩٦٢ يحمله صاروخ ليلتقي بالزهرة في منتصف ديسمبر من ذلك العام، وزود المرصد بمجموعة من الأجهزة لإعطاء بيانات عن طبيعة الفضاء الذي يسلكه وعن الأشعة الكونية والجسيمات السابحة في الفضاء لاسيما الغبار الكوني. ومن أهم ما دلت عليه بيانات ذلك المرصد واسمه (مارينر الثاني) توكيد عدم وجود مجال مغنطيسي للزهرة.

وأذيع أيضاً في اليوم الأول من شهر مارس عام ١٩٦٦ أن إحدى سفن الفضاء السوفيتية اقتربت من كوكب الزهرة بعد رحلة استغرقت ١٠٥ يوماً ودلت على أن جو الزهرة لا يمنع من وجود كائنات تستطيع الحياة في ظروفه الجوية.

كوكب المريخ Mars :

وقد أطلق عليه قديماً "إله الحرب" لأن سطحه يبدو بلون أحمر، كما أن أجزاءً منه تبدو مائلة إلى الزرقة وتبدو أجزاء أخرى مائلة إلى الإخضرار، وقد دلت الدراسات الطيفية التي قام بها البعض على احتمال كبير لوجود سهول على سطحه تكسوها النباتات الطحلبية.

ويعزز ذلك دلائل وجود الأكسجين وبخار الماء ولو بنسب طفيفة في جوه، فضلا على وجود النيتروجين وثاني أكسيد الكربون. وقد يكون جو

المريخ جافاً بعد أن فقد أغلب مياهه. وكوكب المريخ أصغر بكثير من كوكب الأرض إذ لا يزيد حكمه على ١٥٪ من حجم الأرض، كما لا تزيد كتلته على ١١٪ من كتلة الأرض، مما يجعل قوة الجاذبية على سطحه أقل منها على سطح الأرض حتى قدر أن ما يزن على سطح الأرض عشرة كيلو جرامات لا يزيد وزنه فوق سطح المريخ على أربعة كيلو جرامات.

ويختلف المريخ عن الزهرة وعطارد في أن مداره خارج عن مدار الأرض فهو أبعد من الأرض عن الشمس، ويتم دورته حول الشمس في ٦٨٧ يوماً، فسنته أطول من سنة الأرض، كما أنه يدور حول نفسه مرة كل ٢٤ ٢/٣ ساعة. فللمريخ نهار وليل وله فصول تتعاقب كتعاقب فصول الأرض ويصيبه من ضوء الشمس وحرارتها نصف ما يصيب الأرض. وجو المريخ أكثر تخلخلا من جو الأرض إذ يبلغ الضغط الجوي عليه نحو ١/١٠ ما على الأرض وتبدو التغيرات الفضلية للمريخ في تجمد مائه في فصله الشتوي عند قطبه الشمالي، ثم يتقلص الجليد في الربيع والصيف فلا يبقى منه إلا نطاق صغير حول ذلك القطب، أما قطبه الجنوبي فيختفي منه الجليد تماماً في الصيف، ولا يرجع اختفاء الجليد أو تقلصه على سطح المريخ إلى دفء مناخه بقدر ما يرجع إلى ندرة الماء نسبياً عليه.

وبعد انحسار الجليد تبدو على سطح المريخ بقع بيضاء تظل فترة الربيع والصيف مما يدل على إنها جهات مرتفعة يكسوها الجليد شتاء

لازدياد برودتها، وقد زعم البعض أن بالمريخ ترعا وقنوات تنبئ عن نشاط بشري على سطحه غير أن البعض الآخر يرى أن تلك القنوات والترع ما هي إلا من نسج الخيال. وهذا لا يمنع من إمكان وجود الحياة على سطحه بل إن هذا السطح بظروفه المناخية هو أنسب مجال لوجود الحياة عليه بعد سطح الأرض.

وللمريخ قمران صغيران انفصلا عنه كما انفصل سائر الأقمار عن الكواكب حينما كانت في دور التكوين، وهما فوبوس وديموس، ويدور الأول حول المريخ ثلاث مرات في يومه بينما يدور الثاني حوله مرة واحدة في اليوم.

مجموعة الكويكبات

ويلي المريخ من الكواكب ما يعرف باسم الكويكبات Asteroids وهي مجموعة من كواكب صغيرة لا يزيد قطر أكبرها على ٤٨٠ ميلا، وبعضها لا يزيد قطره على ميلين. ومن أشهرها "سيروس وبالاس وفستا" وتدور هذه المجموعة حول الشمس مرة فيما بين ١٣٧ سنة، ١٧٦ سنة. كما تدور حول نفسها في بضع ساعات، وكل من كواكب هذه المجموعة مستقل في دورته سواء حول نفسه أو حول الشمس، ولكنها تدور كلها في مدارات متقاربة. ولم يعرف منشأ هذه الكويكبات على وجه التحقيق ولو أن البعض يرى أنها تكونت من تصادم كوكبين، ويذهب البعض الآخر إلى أنها نشأت من تمزق كوكب وتناثره عند اقترابه من كوكب المشترى.

والمشترى Jupiter أكبر الكواكب جميعاً، إذ يبلغ حجمه قدر حجم الأرض ١٣١٢ مرة، كما يتم دورته حول الشمس في ١١ سنة و١١ شهراً تقريباً بينما يومه قصير لا يزيد على عشر ساعات، وهو لبعده عن الشمس لا يناله من حرارتها سوى ما يقدر بنحو ١/٢٧ مما ينال الأرض.

وللمشترى جو سميك، وبذا تختلف خواصه كثيراً عن خواص جو الأرض. وللمشترى أقمار تدور حوله كشف منها أحد عشر قمراً وقد كشف الأربعة الأولى منها "العالم جاليليو" في أوائل القرن السابع عشر وهي أكبرها حجما.

ومما يسترعي النظر في دورة هذه الأقمار حول المشترى أنه بينما يتبع أغلبها الاتجاه السائد لدوران الكواكب (من الغرب إلى الشرق) يلاحظ أن الأقمار الثامن والتاسع والعاشر تدور حول المشترى من الشرق إلى الغرب، ولم يعرف تعليل لذلك على وجه مقنع للآن.

أما زحل Staurn فيبلغ حجمه نحو حجم الأرض ٧٣٤ مرة، وتبلغ كتلته نحو ٩٥% من كتلة الأرض، مما يدل على أنه لا زال غالباً في الحالة الغازية. وهو يدور حول الشمس مرة كل ٢٩ سنة ونصف، وحول نفسه مرة كل عشر ساعات تقريبا. وهو أجمل الكواكب وأشدها روعة، لا لأنه يسيطر على عشرة أقمار يشذ أحدها فيدور حوله من الشرق إلى الغرب، فقد رأينا أن المشترى يفوقه في هذه السيطرة وفيما لبعض أقماره من شذوذ، بل لأنه محوط بثلاث حلقات مستوية تمنطق وسطه، وكان "جليليو"

أول من كشف هذه الحلقات. ورأى "توماس رايت" في منتصف القرن الثامن عشر أنها تتكون من عدد لا نهائي من سيارات صغيرة تدور حول الكوكب في مدارات دائرية تقريباً، وأيد هذا الرأي العالم الرياضي الإنجليزي "ماكسويل" في منتصف القرن التاسع عشر.

وقد لوحظ أن حركة الأجزاء الخارجية من الحلقات أبطأ من حركة الأجزاء الداخلية، ويظن أن هذه السيارات الصغيرة كانت تكون قمراً من أقمار زحل زاد اقترابه منه حتى دخل فيما يسمى منطقة الخطر فيتناثر القمر إربا، وكون ذلك الشتات من السيارات المكونة لحلقاته. ولا يبعد أن يحدث مثل ذلك لأحد أقمار المشترى الذي يلاحظ اقترابه منه، كما لا يبعد أن يحدث ذلك لقمر الأرض الوحيد فتحاط الأرض بحلقات يزيد انعكاس ضوء الشمس عليها فتضيء الأرض في الليل البهيم، ولكن قد تعاني الأرض عندئذ يحتمل أن يتساقط عليها من تصادم تلك الأجزاء.

والقمر العاشر لزحل لم يكتشف إلا أخيراً فقد أعلن الدكتور "أدوين دولفس" الفلكي الفرنسي التقاط صورا لذلك القمر العاشر الجديد لزحل في منتصف ديسمبر سنة ١٩٦٦ وصدرت نشرة الاتحاد الدولي للفلك في أوائل يناير سنة ١٩٦٧.

أورانوس Uranus كشف في أواخر القرن الثامن عشر على يد العالم الفلكي "هرشل" وقدر بعده عن الشمس بقدر بعد الأرض عنها ١٩.٢ مرة تقريبا كما قدرت كتلته بنحو ١٤.٧ قدر كتلة الأرض. وهو يدور

حول الشمس مرة كل ٨٤ سنة، وحول لنفسه مرة كل عشر ساعات و٤٥ دقيقة ولأورانوس أربعة أقمار تدور حوله.

وقد أثار اضطراب الفلك الذي يدور فيه أورانوس حول الشمس مشكلة تضافرت أذهان الفلكيين على حلها. إذ قدر الفلكيان (آدمز) الإنجليزي و(لفريبه) الفرنسي على ضوء القوانين الطبيعية والمعادلات الرياضية، وجود سيار آخر تؤثر قوة جاذبيته في أورانوس فتجعله لا يلتزم مداره المفروض. وأوصلهما هذا التقدير إلى كشف الكوكب نبتون Neptune ووجد أن نبتون أكبر من الأرض وأصغر من أورانوس، وأنه يدور حول الشمس في نحو ١٦٥ سنة من سني الأرض، وأن له قمراً واحداً يدور حوله.

وكان المفروض أن كشف نبتون يفسر السبب في انحراف الفلك الذي يدور فيه أورانوس، ولكن وجد أن أورانوس لا يلتزم الفلك الذي قدرته القوانين الطبيعية والرياضية على أساس كشف نبتون، فتوفر العالم الأمريكي "برسفال لوول" على بحث ذلك الأمر وتنبأ بوجود سيار آخر غير نبتون يشترك في تأثير الجاذبية على أورانوس، وكانت نتيجة بحثه كشف السيار المعروف باسم بلوتو Pluto سنة ١٩٣٠ بالقرب من المكان الذي تنبأ به "لوول". وهذا الكوكب يبعد عن الشمس قدر يعد الأرض عنها بنحو ٤٠ مرة، وتستغرق دورته حول الشمس ٢٥٠ سنة، ولشدة بعده عن الشمس لا يصيبه من حرارتها وضوئها إلا اليسير مما يرجح تجمد مائه

وجوه إن كان له جو يحيط به. والمعتقد أن بلوتو كان تابعاً لنبتون ثم أفلت من مداره واستقل عنه.

تلك هي الأسرة الشمسية الضخمة العريقة التي تنتمي إليها الأرض والتي تتبع في حركاتها نظاماً يراه العقل البشري شديد التعقيد بالغ الدقة، وهو من أوضح الآيات على قدرة الخالق وإحكام صنعه.

ولئن لم تكف حركة الأرض في دورانها حول نفسها وفي دورانها حول الشمس لأن تكسبها صفة النشاط والحياة فلا شك أن دلائل الحياة قد وجدت بصفة خاصة على سطح الأرض منذ مولدها وتمثلت في كل أنواع الذرات اللازمة لنشوء الحياة. وأخصها الكربون والأيدروجين والأكسجين والأزوت. ولا يعلم كيف رتبت هذه الذرات نفسها حتى كونت الخلية الحية، كما لا يعلم إن كانت الخلية الحية مجرد مجموعة من الذرات العادية التي رتبت نفسها بطريقة خاصة، أم أنها شيء أكثر من ذلك، أو بعبارة أخرى هل هي ذرات فقط أم هي ذرات وحياة معاً. ولكن المعروف أن مركبات الأيدروجين والأكسجين والأزوت تتكون من ذرات قليلة العدد، فإذا أضيف إليها الكربون تغيرت صورتها، لأنها في هذه الحالة تتحد وتحتوي على عدد كبير جداً من الذرات قد يصل إلى عشرات الآلاف، ومن هذه الجزئيات تتكون معظم الأجسام الحية.

وعلى هذا الاعتبار فإن الحياة توجد لأن لذرة الكربون صفات معينة، على أننا لا نستطيع تعليل قدرة ذرات الكربون الخاصة على ربط

الذرات الأخرى بعضها بالبعض الآخر، وكل ما عرف أن ذرة الكربون تتألف من سنة إلكترونات (كهارب) تدور حول نواتها المركزية الخاصة كما تدور الكواكب حول الشمس.

ويقول السير "جيمس جينز" إن الكيمياء تريدنا أن نضع الحياة في مرتبة المغناطيسية والنشاط الإشعاعي؛ وإن بناء العالم يخضع لقوانين خاصة كان من نتائجها أن صارت للذرات التي تحتوي على أعداد معينة محدودة من الكهارب (مثل ذرة الكربون التي تحتوي على ستة كهارب والحديد (٢٦) والنيكل (٢٧) والكوبلت (٢٨) الخ) خواص معينة تتمثل على التتابع أولا في ظاهرات الحياة وثانيا في المغنطيسية وثالثا في النشاط الإشعاعي.

على أن هناك عاملا آخر خاصا بالأرض يعزز الحياة على سطحها، ذلك هو غلافها الجوي الذي تكون حولها نتيجة للتطورات الخاصة التي مرت بها والتي ترتبط كثيراً بموقعها بالنسبة للشمس. فعطارد لا يحيط به جو وكذلك بلوتو، لأن هذين الكوكبين صغيرا الحجم فلا تستطيع جاذبيتهما أن تحتفظ بالذرات الهوائية. أما الزهرة فجوها نادر الأكسجين بينما يكثر به ثاني أكسيد الكربون، وقد رجح العلماء انعدام الحياة على سطحها. أما المريخ فجوه يحتوي على الأكسجين وبخار الماء ولكن بنسبة أقل مما في جو الأرض، كما أن المريخ أضعف جاذبية من الأرض، وتؤيد دلائل المريخ صلاحيته للحياة ولكن بشكل يختلف عن الحياة على سطح الأرض، مما جعل بعض العلماء يزعمون سكنى المريخ، بل ويصفون حالة سكانه وتقدمهم في الحضارة والفنون، ولكن البعض الآخر يعتبر هذا من ضروب الخيال.

أما المشترى وزحل فقد ثبت أن جويهما شديدا السمك عظيما الضغط بحيث لا توجد غازاتهما إلا في حالة التميع مما تستحيل معه الحياة على سطحهما. وتنطبق حالة المشترى وزحل أيضا على أورانوس ونبتون، ولكن مع اشتداد البرودة على سطحي أورانوس ونبتون مما يجعل الحياة عليهما أشد استحالة؛ فالأرض إذن رغم ارتباطها بوشائج الأخوة بسائر الكواكب نراها تختلف عنها اختلافا جوهرياً يهيء لها صفة الحياة.

تاريخ مولد الأرض وتقدير عمرها

يبدو من العسير جداً أن نكلف الأذهان شطط البحث عن تاريخ انفصال الأرض عن الشمس حتى نصل إلى تقدير علمي دقيق معقول إذ السبيل إلى ذلك وعر شاق، ولكن العلم حافل باللمعات الفنية والإشراقات الذهنية التي تلقي الأضواء على جوانب هذا الوجود.

ومن أشهر من تصدى لذلك البحث العالم الفلكي الإنجليزي "هالي Halley" فقد عمد إلى استجواب المحيطات عن عمر الأرض بما أودع فيها من درجة الملوحة، فالماء يتبخر من المحيط ثم يؤوب إليه في مياه الأنهار الجارية التي تنقل إلى المحيط كمية من أملاح الأرض فتزيد من درجة الملوحة في المحيط زيادة مطردة. فإذا عرف معدل الزيادة السنوية لملوحة مياه المحيط أمكن في شيء من الاطمئنان تعيين عدد السنين التي انقضت على استمرار هذه الظاهرة الطبيعية منذ انفصال الأرض عن الشمس. وقد قدر عمر الأرض بهذه الطريقة بما يبلغ بضع مئات من ملايين السنين.

ولكن العالم الإنجليزي "جفريز Jeffreys رفع بصره إلى السماء يستوحيها وسيلة أكثر دقة وأشد إحكاما، فوجد عند عطارد شقيق الأرض بعض الخبر إذ لحظ أن مدار عطارد يكاد يقرب من الشكل الدائري وعرف أن تحول ذلك المدار من الشكل البيضاوي إلى ما يقرب من الشكل الدائري نشأ بفعل المواد المنتشرة في الفضاء، والتي تناثرت عقب انفصال الكواكب عن الشمس، فقد كان عطارد لقربه من الشمس كثير الاصطدام بتلك المواد، ونتج عن ذلك الاصطدام فناء تلك المواد بعد أن عدلت من شكل مداره، ولو بقيت لتمت استدارة المدار.

وبحساب ديناميكي يستند إلى هذه الظاهرة قدر "جفريز" عمر الأرض، بل عمر المجموعة الشمسية كلها؛ بما يتراوح بين ألف مليون وعشرة آلاف مليون من السنين.

غير أن العالم الأمريكي "Russet" نحا نحوا آخر في هذا التقدير فتلمس البحث عن عمر الأرض في مواطن الراديو وغيره من العناصر المشعة التي ثبت أنها تسهم في حرارة الأرض. والمعروف أن تلك العناصر تتحول من عناصر ثقيلة إلى أخرى تكون أعدادها الذرية أقل مما كانت عليه. والرصاص حلقة في سلسلة تلك العناصر، وقد وجد أن الرصاص الذي يتكون بفعل الإشعاع يختلف في وزنه الذري عن الرصاص العادي. وفي مناجم الراديو لا نجد الأورانيوم دون أن نجد معه الرصاص الذي تكون من إشعاع الأورانيوم ولما كان معدل التحول من الأورانيوم إلى الرصاص

وهو ١٠% كل ٦٦ مليونا من السنين معروفا أصبح من الممكن معرفة عمر الأرض بمعرفة النسبة بين الرصاص والأورانيوم في منجم واحد.

وقد قدر عمر المجموعة الشمسية على هذا الأساس بما لا يقل عن ١٣٠٠ مليونا من السنين وهو تقدير يقرب مما وصل إليه "جفريز".

الباب الثاني

تكوين الأرض وما يتصل بشكلها

ذهب الباحثون مذاهب كثيرة فيما يتصل بمقدار صلابة الأرض، فقدر اللورد "كلفن Kelvin" على أساس ظاهرة المد والجزر أن صلابة الأرض في مجموعها تعادل صلابة كرة من الصلب.

وأثبتت بعض التقديرات الفلكية أن صلابة الأرض أشد من صلابة الصلب العادي وأنها تضارع صلابة دروع السفن الحربية والقذائف المصنوعة من خليط من النيكل والصلب. واستنبط الباحث "ميلن Milne" من السرعة الهائلة التي تنتقل بها الهزات الأرضية من مركزها في داخل الأرض إلى الجهات المقابلة لها؛ أن صلابة الأرض تعادل ضعف صلابة كرة من الصلب ويقول العالم "جرجوري J. W. Gregory" إن الأرض قد تكون أشد صلابة مما هي عليه الآن إذا كانت مكونة من قشرة صلبة تحيط بباطن سائل، ولكن باطن الأرض غير سائل، بل يمكن القول إنه متميع رغم حرارته الشديدة لأنه واقع تحت ضغط شديد يجعل جزيئاته تمرق كما يمرق الرصاص المندفع من ثقب تحت ضغط شديد. فجميع مواد الأرض الباطنية والتي على بعد يقرب من ثمانية أميال من سطحها متميعة.

ومن المحتمل أن الأرض يتكون معظمها من كتلة داخلية Centrosphere تتألف من معدن الحديد المقوى بالنيكل. وربما كانت هذه الكتلة عند انفصال الأرض أشد حرارة بكثير مما هي عليه الآن، وعندما بدأت تبرد انفصلت عنها المواد الحجرية الغريبة واندفعت نحو السطح مكونة الطبقة الصخرية Lithosphere، وعندما أخذت هذه الصخور في البرودة خرجت منها الغازات والأبخرة وتكاثفت تلك الأبخرة على سطح الأرض مكونة الطبقة المائبة Hydrosphere..

أما الغازات فبقيت جزءا من الجو الذي يكون الطبقة الهوائية stmoaphere والقول بأن باطن الأرض يحتوي على كميات هائلة من المعادن مدعم بالبراهين. فمن ذلك أن الشهب التي تتساقط على الأرض من الفضاء الخارجي تمثل شظايا من الأجرام السماوية عنصر مادتها الحديد المنكل. وإذن فمن المحتمل جداً أن يكون جوهر مادة الباطن هو الحديد المنكل كالشهب، ولذا يرمز للباطن بلفظ نيف (Nife) أي النيكل والحديد. بينما يكون الأكسجين الجزء الأكبر من الطبقة الصخرية الخارجية والطبقة المائية والطبقة الهوائية.

وزن الأرض

وقد قدر السير "إسحق نيوتن" (١٦٤٢– ١٧٢٧) وزن الأرض بما يعادل خمسة أو ستة أضعاف وزن كرة من الماء في حجم الأرض، كما قدر

متوسط ما تزنه الصخور التي تكون القشرة الأرضية بما يوازي مرتين ونصف وزن كرة من الماء في حجمها.

وفي عام ١٧٧٤ أراد الباحث "ماسكلين Maskelyne" أن يحقق وزن الأرض عندما لاحظ انحراف خيط من الرصاص معلق في وضع رأسي تقريباً على سطح جبل شيهاليون Sheihallion بجهة برثشير Berthshire في اسكتلندة نتيجة لجذب الجبل. وأمكنه بذلك أن يقدر بالمقارنة وزن الأرض، فحسب ثقل الجبل واستعمله كوحدة لبيان وزن الأرض كلها. وأبان بهذه الوسيلة أن كثافة المواد التي تتكون منها الأرض جميعها توازي ضعف كثافة الصخور التي يتكون منها جبل شيهاليون تقريباً. وقد أظهرت البحوث التي تلت ذلك دقة ما وصل إليه نيوتن من تقدير يتصل بوزن الأرض.

شكل الأرض

ويتوقف شكل الأرض على طبيعة باطنها المتميع من جهة، كما يتوقف على دورة الأرض حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة تقريباً من جهة أخرى، وهذه الدورة سريعة تجعل كل نقطة على خط الاستواء تقطع نحو ألف ميل في الساعة، ولذا فإن لها أثراً ملموساً في تشكيل الأرض بما يقرب من الكرة وقد عرف القدماء شكل الأرض الكروي فلاحظ "أرسطو" مظاهر انحناء سطح الأرض، كما أثبت العالم اليوناني "إراتوسثنيس" أمين

مكتبة الإسكندرية حوالي سنة ٢٥٠ ق. ن. بقياس هذا الانحناء أن الأرض كرة يبلغ طول محيطها ٣٠ ألف ميلا تقريباً.

ثم تعددت الملاحظات التي تثبت كروية الأرض؛ فمن ذلك ظهور ظل الأرض الدائري على وجه القمر عندما تتوسط الأرض تماما بين الشمس والقمر في حالة خسوف القمر، ولا يتكون هذا الظل إلا لجسم كروي الشكل. ومن ذلك ظهور أعالي شراع السفن التي تقترب إلينا من عرض البحر قبل ظهور جسوم السفن نفسها، مما يؤيد انحناء سطح الأرض.

ومن ذلك ما أثبته الرحالة بالطواف حول الأرض، وما شوهد من اختلاف الزمن في أنحاء العالم، وما إلى ذلك من البراهين الكثيرة التي أصبحت تتردد على ألسنة المبتدئين في دراسة الجغرافية.

على أن تحديد شكل الأرض تحديداً دقيقاً يتطلب في الواقع مقاييس دقيقة، ولعل أدق قياس يتخذ لهذا التحديد هو قياس الدرجات الطولية والدرجات العرضية في أجزاء مختلفة من الأرض، فإن كانت الأرض كروية تماماً تساوت الدرجات العرضية في أنحاء الأرض كافة.

وقياس خطوط العرض من السهولة بمكان، لأن مقدار زاوية ارتفاع النجم القطبي فوق أي مكان هو خط عرض ذلك المكان؛ فالنجم القطبي يقع على سمت الواقف عند القطب الشمالي فخط عرضه ٩٠º، ويقع هذا النجم على أفق الواقف عند خط الاستواء فخط عرضه صفر. وعلى هذا

الأساس يسهل معرفة خط عرض مكان ما بواسطة آلة خاصة بقياس مقدار ميل النجم القطبي عن سمت الواقف في هذا المكان. وإذا عرفنا درجتي عرض مكانين على خط طولي واحد ومقدار والمسافة بينهما أمسكننا معرفة طول الدرجة العرضية بينهما.

وقد استطاع الباحث "نوروود Norwood" في عام ١٦٣٧ معرفة حجم الأرض بطريقة سهلة مبنية على هذه الملاحظات بعد أن عرف مقدار درجتي خط عرض كل من لندن ويورك وقاس المسافة بينهما، ومهما يكن من أمر فإن المقاييس القديمة لم تكن بحال لتعطي نتيجة صحيحة لأنها قامت على افتراض أن الأرض كروية الشكل. وفي عام ١٦٧٢ لاحظ الفلكي الفرنسي "رتشر Richer" أن ساعة البندول تؤخر في كايين (الواقعة على خط عرض ٥º شمالا في غانة الفرنسية بإفريقية) نحو دقيقتين عنها في باريس (الواقعة على خط عرض ٤٩º شمالا) وكان نيوتن قد شرح هذه الظاهرة حيث قال إن بندول الساعة يتذبذب بسرعة أكبر كلما كان في مكان قريب من مركز الأرض وتقل هذه السرعة كلما كان في مكان بعيد عن ذلك المركز.

ولما كانت ساعة "رتشر" بطيئة التذبذب عند كايين القريبة من خط الاستواء وسريعة التذبذب عند باريس البعيدة عن خط الاستواء كانت باريس أقرب إلى مركز الأرض من كايين، مما يدل على وجود انبعاج في الأرض عند خط الاستواء أدى إلى ابتعاد سطح الأرض عنده عن المركز قليلا.

على أن نظرية نيوتن عارضها العالمان الفرنسيان "كاسيني j. Cassini وأخيه D- cassini" اللذان أثبتا أن الأرض مع انبعاجها عند خط الاستواء ذات استطالة عند القطبين كاستطالة البيضة، لا فرطحة كفرطحة البرتقالة، وذلك بقياسهما أطوال أقواس من سطح الأرض تقابل درجات عرضية على خط طولي يمر بفرنسا من شمالها إلى جنوبها.

وقد أثارت هذه المسألة جدلا حامي الوطيس بين أتباع "نيوتن" ومدرسة "كاسيني" حتى جاء المجمع العلمي الفرنسي ووضع حداً لذلك الجدل بالتحقق من ذلك القياس عند درجات عرضية قريبة من خط الاستواء ودرجات عرضية أخرى قريبة من المناطق القطبية؛ فقامت بعثة علمية برئاسة "كوندامين Condamine وبوجيه Bouger" إلى إكوادرو، وقاست هناك مقدار طول قوس الأرض المقابل لدرجة عرضية عند خط الاستواء، واستغرق عملها هذا عشر سنوات، بين سنتي **١٧٣٥** و**١٧٤٥**. وقامت بعثة أخرى من باريس في عام **١٧٣٦** برئاسة "موبير توي Maupertuis متجهة إلى لابلاند في شمال أوروبا حيث قاست طول قوس الأرض المقابل لدرجة عرضية شمالي تورينا الواقعة في شمال خليج بوثنيا. وتبين من عمل هاتين البعثتين أن طول القوس المقابل للدرجة العرضية في المناطق المتجمدة أكبر منه عند خط الاستواء، أي أنهما أثبتا تسطح الأرض عند القطبين مما يؤيد فكرة الفرطحة.

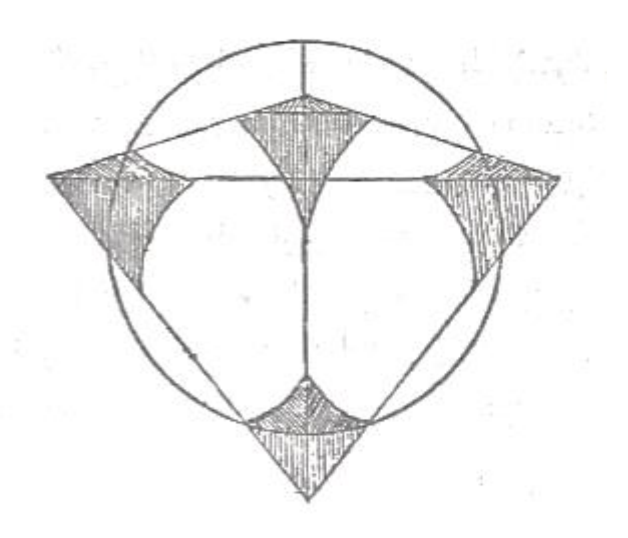
على أن نتائج الأبحاث التي تلت ذلك دلت بطريقة بندول الساعة على أن مقدار هذه الفرطحة في المناطق الشمالية يختلف عنه في المناطق

الجنوبية، فقد أثبتت الأقيسة التي قام بها "لاكاي La Caille عام **١٧٥٢** لدرجة عرضية بمنطقة الكاب في جنوب إفريقية أن القطب الجنوبي يبعد عن مركز الأرض أكثر مما يبعد عنه خط الاستواء، وأن نصف الكرة الجنوبي أقرب إلى الاستطالة نحو القطب الجنوبي منه إلى الفرطحة.

وإن دلت هذه الأبحاث على شيء فدلالتها واضحة على أن الأرض ليست كرة مفرطحة منتظمة الفرطحة بل إنها ليست كرة منتظمة بحال، وأنه ليس لها شكل هندسي منتظم كالأشكال الهندسية المعهودة، بل كما قال السير "جون هرشل Herschel" (إن الأرض أرضية الشكل).

ومن الأبحاث التي تتصل بشكل الأرض تلك التي قام بها "لوثيان جرين Lothian Green" والتي خرج منها بنظريته التتراهدرية المشهورة التي تتلخص في أن القشرة الأرضية في تضرسها من حيث ارتفاع القارات وانخفاض المحيطات أو بعبارة أخرى من حيث توزيع اليابس والماء تخضع لنظام يشبه شكل الهرم الثلاثي ذي الأربعة أسطح Tetrahedron

وقد بنى نظريته على الملاحظات الآتية بوجه خاص.



(١) ازدياد اليابس في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، إذ أن نسبة اليابس إلى الماء في ذلك النصف تبلغ ٣٢٪ بينما نسبته في نصف الكرة الجنوبي تبلغ ١٧٪.

(٢) اتصال القارات كلها تقريباً من الشمال.

(٣) انتهاء القارات من الجنوب بشكل مثلثي تقريباً.

(٤) مقابلة كل ارتفاع قاري تقريباً انخفاضاً في الناحية المقابلة له من سطح الأرض.

وقد وجد "جرين" أن هذه الملاحظات تكاد تنطبق على شكل الهرم الثلاثي، واعتمد "جرين" على الحقيقة القائلة بأنه إذا نقص حجم جسم كروي ذي سطح ثابت المساحة فلا بد لهذا الجسم لكي يحتفظ بمساحته أن يتخذ شكلا غير شكل الكرة مقتربا من شكل الهرم الثلاثي، وأن هذا

الأمر ينطبق على حالة الكرة الأرضية عندما ينقص حجمها الداخلي بعامل فقدان الحرارة الباطنية بالإشعاع، أو بعامل اندماج الكتلة الأرضية بفعل قوة الجاذبية نحو مركز الأرض.

فالكرة الأرضية ليست إذن كرة كاملة بالقياس الهندسي الدقيق، ونحن نطلق عليها ذلك تجاوزا، وقد دل البحث على أن الأرض ليس لها شكل هندسي معين، بل إن لها شكلها الخاص ولذا وصفها للبعض بأنها "أرضية الشكل"

الباب الثالث

حركات الأرض

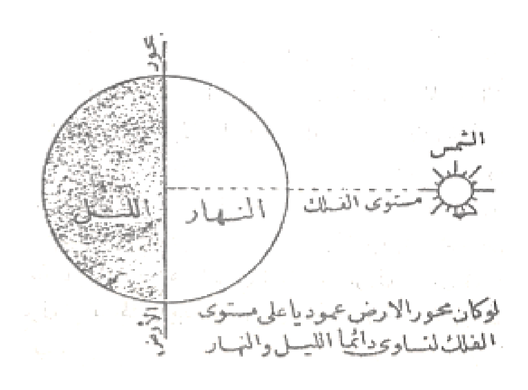
ليست الأرض كما تبدو للعين المجردة جسما جامداً لا حراك له بل إنها شأن الكائنات الحية تختص بكثير من مظاهر الحياة والنشاط، ولقد كانت ظاهرة تعاقب الليل والنهار أبرز الظواهر التي واجهت الإنسان منذ طفولته الأولى حين بدأ يخطو على الأرض، وظن الناس قديما أن الأرض هي مركز الكون وأن الشمس تدور حولها، وذهب الخيال في ذلك مذاهب شتى حتى تقدم للفكر ولعبت التجارب دورها في إثبات الحقائق.

ومن ذلك ما لوحظ من أنه إذا ألقي حجر من قمة عالية فإن الحجر لا يسقط عموديا تماما بل ينحرف بعض الشيء، وإذا ألقي الحجر في بئر عميقة فإنه ينحرف ويرتطم بجوانب البئر، هذا ويعمل حساب انحراف الأجسام المتحركة عند إلقاء القنابل من الطائرات حتى يمكن أن تصيب الأهداف. كما لوحظ أن الرياح والتيارات المائية وما إليها لا تتجه في اتجاه مستقيم بل تنحرف دائما في حركاتها، وانبنى على هذه الملاحظات وأمثالها أن الأرض لا يمكن أن تكون ثابتة وإلا لما حدث ذلك الانحراف الذي ينشأ من قوة الطرد أثناء دوران الأرض حول نفسها أو بالأحرى حول محورها، ويدعونا ذلك إلى الاعتقاد اعتقادا جازما بأن توالى حدوث الليل

والنهار يتوقف على دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق مرة كل ٢٤ ساعة تقريباً، وهذا هو السر فيما نلحظه من شروق الشمس في الصباح من الشرق ثم انتقالها فيما يبدو لنا من القبة السماوية حتى تغرب في المساء في الغرب.

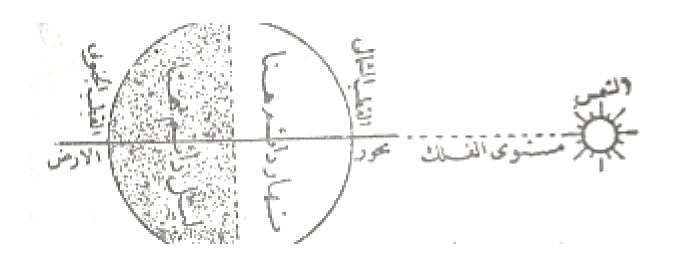
وليس غريبا أن ما نراه من تحرك الشمس هو عكس الحقيقة، فمثل ذلك ما نلحظه مثلا لو ركبنا سيارة أو قطارا ونظرنا من النافذة إلى رقعة الأرض وما عليها من أشياء ثابتة فإنها تبدو وكأنها تتحرك في اتجاه عكسي لسير القطار أو السيارة.

إذن فلا سبيل إلى الشك في أن الأرض قريبة الشكل من الكرة وأنها تدور حول نفسها من الغرب إلى الشرق مرة كل ٢٤ ساعة تقريبا (٢٣ ساعة و٥٦ دقيقة و٤ ثوان). وإن يقيننا بذلك وبأمثاله ليزيدنا إيمانا بدقة نظام الكون وبديع صنع الخالق، "إن في خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب".



شكل (أ)

ومن الأمور التي تتصل وثيق الاتصال بحياتنا ما نلحظه من أن النهار والليل متساويين في طولهما دائما، بل إننا نلحظ أن النهار أطول من الليل في الصيف وأقصر منه في الشتاء، ولكي نتفهم السبب في ذلك يمكن أن نتصور الكرة الأرضية تدور حول نفسها في المستوى الذي يعرف "بمستوى الفلك" ويمكن تشبيهه بمستوى سطح البحر أمام الشمس باعتبارها مصدر الحرارة والضوء للأرض، فلو أن الأرض تدور بحالة عمودية على ذلك المستوى لكان توزيع الضوء والظلام توزيعا متساويا دائما، ولتساوى النهار والليل دائما في جميع أجزاء الأرض، ومن ذلك نستنتج أن المحور الذي تدور حوله الأرض لا يمكن أن يكون عموديا طالما أن النهار والليل لا يتساويان في طولهما دائما. ولو تصورنا محور الأرض منطبقا على مستوى الفلك أمام الشمس لكان نصف الكرة الشمالي نهارا دائماً والنصف الجنوبي ليلا دائما وهو طبعا ما يخالف الواقع.



(شكل ب)

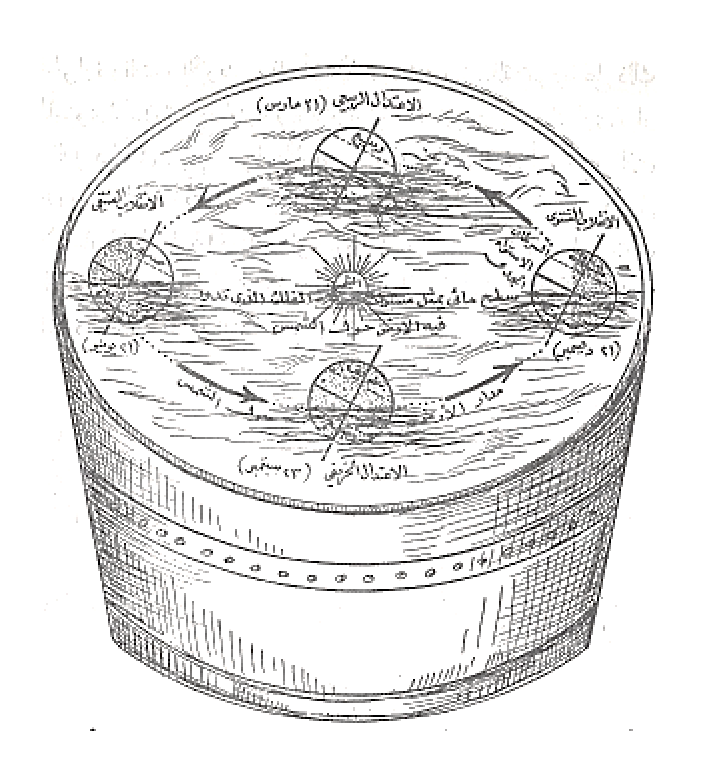
ب. ولو كان محور الأرض موزيا لمستوى الفلك لكان نصف الكرة الشمالي نهارا دائما والجنوبي ليلا دائما

فمحور الأرض إذن ليس عموديا على المستوى المذكور وليس مستلقيا بحيث ينطبق عليه، وعلى ذلك فلا سبيل إلا أن يكون المحور مائلا بقدر معين حتى لا يتعادل طول الليل والنهار.

وبتوالي البحث اتضح أن ميل المحور لا بد وأن يقترن بأمرين آخرين لكي يحدث اختلاف طول الليل والنهار بالحالة المعهودة، وهذان الأمران هما

أولا: أن الأرض فضلا عن دورانها حول نفسها فإنها في نفس الوقت تدور حول الشمس في ذلك المستوى المعروف "بمستوى الفلك".

ثانيا: أن محور الأرض يتخذ في ميله اتجاها ثابتا وزاوية للميل ثابتة مقدارها ٢٣.٥ درجة.



شكل يمثل ميل محور الأرض في اتجاه واحد على مستوى الفلك أثناء دوران الأرض حول الشمس

حركة النجوم:

وكما تبدو الشمس لنا بحركتها الظاهرية في القبة السماوية نهاراً نتيجة لدوران الأرض حول نفسها فإن المجموعات النجمية تبدو لنا في الليل وكأنها تسير من الشرق إلى الغرب نتيجة لهذه الحركة أيضا، وبعض هذه المجموعات النجمية يغرب كالشمس والكواكب، والبعض الآخر يستمر ظهوره دائما لقربه من النجم القطبي الذي يبدو وكأنه ثابت، إذ يدور في

دورة صغيرة حول القطب الشمالي، ولذلك فهو من أهم المؤشرات إلى الشمال في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

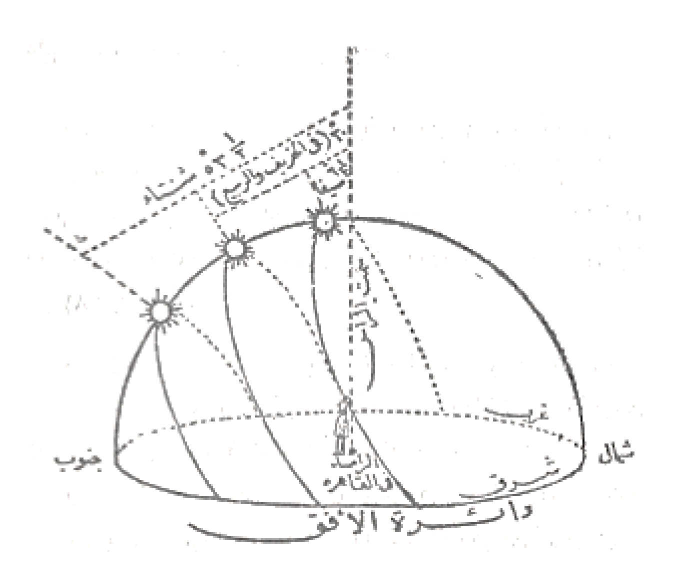
وهناك حركة أخرى ظاهرية لمجموعات نجمية تظهر للأرض، كل منها في شهر معين من شهور السنة وتعرف بالأبراج السماوية وهي بتتابع ظهورها من شهر يناير: الدلو، والجدي، والقوس، والعقرب، والميزان، والسنبلة، والأسد، والسرطان، والجوزاء، والثور، والحمل، والحوت. وقد أطلق عليها القدماء هذه الأسماء بما أوحى به خيالهم.

والذي عرف من المجموعات النجمية يقرب من ١١٠ مجموعة تشتمل كل منها على عدد من النجوم ذات التوابع التي تدور حولها، وهناك بطبيعة الحال نجوم أخرى شديدة البعد بدرجة فوق التصور حتى أن ضوءها يستغرق وصوله إلينا ٣٥٠٠ سنة أو أكثر بينما يستغرق وصول ضوء الشمس إلينا نحو ٨ ونصف دقيقة فقط.

وفضلا عن الحركة الظاهرية التي تبدو لنا من النجوم فإن لها حركات حقيقية رغم أنها تظهر وكأنها ثابتة في القبة السماوية وذلك لبعدها الهائل عن مجال الأرض إذ يجعلها ذلك البعد تحتفظ تقريباً بمواقعها بالنسبة لبعضها، وقد وجد أن بعضها مثل نجم "الدبران" مثلا وهو أحد نجوم مجموعة الثور Thorus يتحرك بسرعة ٣٠ ميلا في الثانية الواحدة وهو من أسرع النجوم المعروفة، كما ثبت أن المجموعة الشمسية تقترب من مجموعة "Hercules" أو الجاثي بمعدل أربعة أميال في الثانية.

اختلاف درجة الحرارة بين فصول السنة

نحن نلاحظ أن النهار يكون أطول من الليل في فصل الصيف كما أننا نشعر بأن حرارة الشمس أشد ما تكون في هذا الفصل، فإذا أمعنا النظر في حركة الشمس الظاهرية خلال النهار في فصل الصيف وجدناها تقطع القبة السماوية قريبة من سمت الرأس بينما تكون هذه الحركة بعيدة عن ذلك السمت في فصل الشتاء، ويعني ذلك أن أشعة الشمس تسقط عمودية أو قليلة الميل في فصل الصيف وتسقط مائلة أو شديدة الميل في فصل الشتاء، والأشعة العمودية أشد حرارة لأنها تقع على حيز من الأرض وتخترق طبقة هوائية أقل مما في حالة الأشعة المائلة.



منهج الشمس اليومي، انتقالها في السماء من الشرق إلى الغرب في ذروة فصول السنة المختلفة في القاهرة

ويمكن للإنسان أن يقدر ولو بصفة تقريبية مقدار ميل الشمس عن سمت رأسه وقت الظهر في مختلف أيام السنة ليتبين كيف يزداد ميل أشعة الشمس في فصل الشتاء، ويبين ذلك في القاهرة (الواقعة على خط عرض ٣٠º) شكل "منهج الشمس اليومي" ففي ظهر يوم ٢١ يونيه تميل عن سمت الرأس بمقدار ٦.٥º وهو أقل مقدار لميل الشمس على سمت القاهرة في ذروة الصيف حيث تكون الشمس في هذه اللحظة عمودية تماما على مدار السرطان (٢٣.٥º)، ثم تنتقل الشمس بالتدريج ظاهريا نحو الجنوب حتى تتعامد على خط الاستواء ظهر يوم ٢٣ سبتمبر في ذروة الخريف فتكون مائلة عن سمت القاهرة بمقدار ٣٠º.

ثم تنتقل الشمس بالتدريج ظاهريا نحو جنوب خط الاستواء حتى تتعامد في ٢١ ديسمبر على مدار الجدي (٢٣.٥º) في ذروة الشتاء فتكون مائلة عن سمت القاهرة بمقدار ٥٢.٥º. ثم تعود الشمس للانتقال بالتدريج ظاهريا نحو الشمال حتى تتعامد على خط الاستواء مرة ثانية يوم ٢١ مارس في ذروة الربيع فيكون ميلها عن سمت القاهرة ٣٠º مرة ثانية ثم تقترب بالتدريج من سمت القاهرة مرة أخرى حتى يبلغ ميلها عنه أقله في ذروة الصيف وهكذا.

ويلاحظ أن هذه الذروات لا تنطبق على ذروات التأثر الحراري التي تتأخر عن الأولى نظراً لما يستغرقه الغلاف الجوي من وقت في اكتساب الحرارة من الإشعاع الأرضي. من ذلك نرى كيف يرتبط حدوث الفصول واختلاف طول النهار والليل كما يرتبط تقدير خطوط العرض بحركة

الشمس الظاهرية التي نتشأ عن دوران الأرض حول الشمس مرة كل سنة. وذلك بجانب دورتها ليومية حول محورها التي ينشأ عنها تعاقب الليل والنهار. ويبين الشكل (ص٣٨) دوران الأرض حول الشمس بمحور ثابت الميل على مستوى الفلك، ويمكن ملاحظة ما يأتي:

أولا: اختلاف طول النهار والليل في خطوط العرض المختلفة في حالتي: الانقلاب الصيفي، والانقلاب الشتوي. ويحدث ذلك بطبيعة الحال في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي. ويستمر هذا الاختلاف حتى حالتي: الاعتدال الربيعي، والاعتدال الخريفي يومي ٢١ مارس و٢٣ سبتمبر على التوالي، حيث يتساوى طول الليل والنهار في جميع أنحاء العالم.

ثانياً: أن طول النهار والليل يتساويان دائما عند خط الاستواء حيث نطاق الضوء أو الظلام يقسمه دائما إلى قسمين متساويين.

ثالثاً: أن طول النهار أو الليل يزداد في المنطقتين القطبيتين حتى يبلغ عند نقطتي القطبين ستة أشهر.

الباب الرابع

أهم الأحداث الجيولوجية التي تناولت الأرض

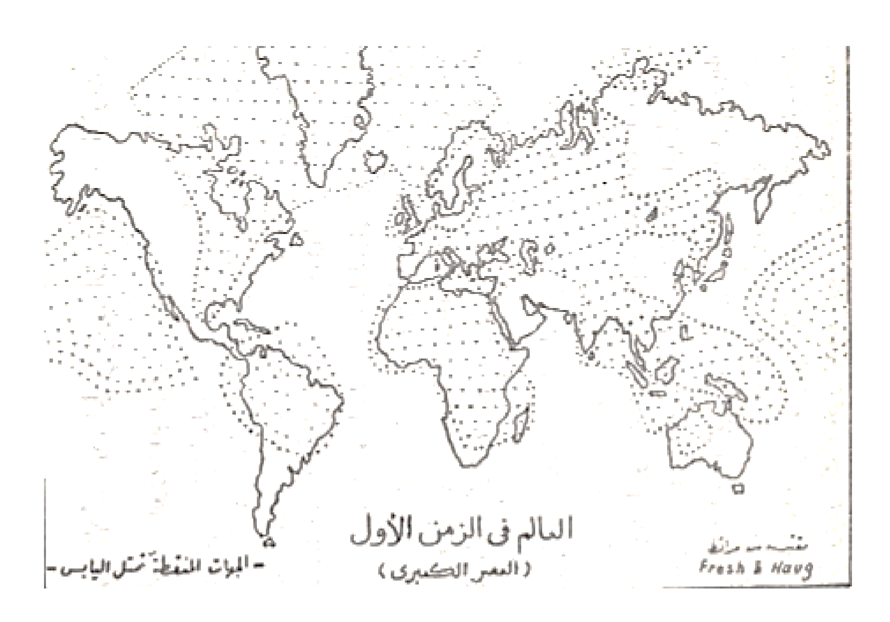
أولا– الأزمة الجيولوجية

ينقسم التاريخ الجيولوجي للأرض إلى خمسة أقسام رئيسية وهي التي تعرف بالأزمنة الجيولوجية، وقد قام هذا التقسيم على أساس من دراسة طبقات الصخور المختلفة التي تتألف منها القشرة الأرضية فهي سجل حافل لوصف ما تناول تلك الطبقات من أحداث في الأزمنة الغابرة.

وأخص ما يقرأه الجيولوجي في هذا السجل بقايا الكائنات الحية التي كانت تحيا في تلك الأزمنة حياة تختلف تماما عما فعهده من معالم الحياة الحالية، ومن هذه الحفريات يستدل الجيولوجي على عمر الطبقات وعلى ترتيبها وعلى الحالة الطبيعية التي نشأت فيها من يابس أو ماء، وعلى المناخ الذي كان يسود وقت نشأتها، ثم بوجه عام على تطور الحياة على سطح الأرض من بساطتها الأولى إلى ما حدث لها من تعقيد انتهى بظهور الإنسان.

ولا يعدم الجيولوجي وسيلة لاستنباط عمر الطبقات التي قد توجد خالية من الحفريات، لتكونها مثلاً في منطقة صحراوية جرداء، وذلك بمقارنتها بالطبقات الحافلة بالحفريات، والأزمنة الجيولوجية التي اصطلح عليها الجيولوجيون هي:

أولا: الزمن الأيوزوي Eosoic أو فجر الزمن القديم، ويطلق عليه أحياناً الزمن السابق للكمبري، ولم يعرف ما يجدر بالذكر عن حالة الأرض في ذلك الزمن نظرا لما تناول الصخور التي تنتمي إليه من تغيرات كبيرة. وتبدو تلك الصخور شديدة التجعد والتعقيد، وقد وجدت أولا في كل أجزاء القشرة الأرضية. على أنه عندما زاد سمك تلك القشرة في الأزمنة التالية صار هذا التجعد قاصراً على مساحات محدودة، إذ حدثت تغيرات كبيرة في شكل القشرة الأرضية بدلت من معالمها غاية التبديل.



ثانياً: الزمن الأركي Archoeozoic وقد تناولت الأرض أثناءه وأثناء الزمن الأيوزي السابق اضطرابات بركانية عظيمة في بعض الحقب التي ينقسم إليها الزمن الأركي، ففي الحقبة الأولى (العصر الكمبري Cambrian كانت تلك الاضطرابات أقل حدوثا وأقل انتشارا. وفي الحقبة الثانية (العصر الأردوفيشي Ordovician) تجددت تلك الاضطرابات

البركانية وزاد انتشارها في أنحاء الأرض. وتمتاز الحقبة الثالثة (العصر السيلوري Silurian بحدوث إرسابات هادئة مع ثوران بركاني قليل. وشهدت الحقبة الرابعة (العصر الديفوني Devonian) عودة الاضطرابات البركانية العنيفة. ثم تلت ذلك فترة هدوء في كثير من أنحاء العالم في الحقبة الخامسة (العصر الفحمي (Carboniferous) ولو أنه حدثت بعض الاضطرابات في جهات قليلة من الأرض. وفي آخر العصر الفحمي وفي الحقبة السادسة (العصر البرمي Permian) عادت الثورات البركانية العنيفة وصحبتها حركات أرضية عظيمة وتكوينات جبلية في كثير من جهات العالم.

ثالثاً: الزمن الأوسط (الميزوزوى Mesozoic) وقد شملت الأرض أثناءه فترة طويلة من الهدوء والاستقرار وخاصة في حقبتيه الأولى والثانية هما (الترياسي Triassic والعصر الجوارسي Jurassic). أما في أواخر الحقبة الثالثة والأخيرة من هذا الزمن (وهي العصر الطباشيري Cretaceous) فقد عاد النشاط البركاني العنيف بنسبة كبيرة واستمر هذا النشاط حتى الزمن التالي (الحديث).

رابعاً: الزمن الحديث الكاينوزوي Kainozoic وهو ينقسم إلى أربع حقب تبدأ بعصر الأيوسين Eocene وقد شهد هذا العصر النشاط البركاني خاصة في إفريقية والهند وأستراليا والأمريكتين. وتلت هذه الثورات البركانية العظيمة فترة هدوء نسبية في العصر الثاني (الأوليجوسين Oligocene) حتى إذا كان العصر الثالث (الميوسين Miocene) حدثت

حركات أرضية وثورات بركانية أخرى عظيمة واسعة النطاق تمخضت عن تكوين مجموعة الجبال الألبية الحديثة في أوروبا وآسيا وعن السلاسل الجبلية الحديثة المحيطة بالمحيط الهادي. وقد استمرت تلك الحركات أيضاً خلال الحقبة الرابعة عصر البليوسين، ثم أعقب ذلك فترة من فترات الهدوء النسبي التي استمرت حتى الزمن الأخير الحالي وهو الزمن الرابع (الكواترنري Quaternary) أو (عصر البليوستسين) الذي بلغت الحياة في أوله على الأرض أشد مراحل تعقيدها بظهور الإنسان.

ثانيا- تغضن القشرة الأرضية

وهذا الاختلاف المتتالي في الأحداث التي تناولت القشرة الأرضية بين فترات النشاط البركاني وفترات الهدوء التي تخللتها يرجع إلى ما يحدث للقشرة الأرضية كلما تقلصت حرارة الأرض من هبوط طفيف لتلائم القشرة نفسها للأجزاء الداخلية التي قل حجمها نتيجة لتقلص الحرارة الباطنية فإذا ما تمت الملاءمة حدثت فترة الهدوء، فإذا تقلصت الحرارة بعد ذلك بقدر يخل بهذه الملاءمة عادت فترة القلق والاضطراب وهكذا دواليك.

ولابد أن يحدث في القشرة الأرضية خلال فترات الاضطرابات هبوط في بعض أجزائها وارتفاع في البعض الآخر، وقد ينشأ عن ذلك انكسار القشرة في بعض الجهات بما يهيء للنشاط البركاني.

وحركات القشرة الأرضية هي ظاهرة من أبرز ظاهرات القشرة ومن أخص ما يكسب الأرض صفة الحركة والحياة. وتاريخ القشرة الأرضية سلسلة متتابعة من هذه الحركات التي ترجع إلى عوامل تتصل بالقوى الكامنة في القشرة وتعمل في الواقع ببطء شديد، ما لم تبرز عوامل مفاجئة فتتمثل في مظاهر البركنة السريعة.

وعلى الرغم من خضوع القشرة الأرضية لعوامل الحركة والاضطراب فإن تلك الحركة تكون نتيجة لتغلب قوة من مجموع القوى الهائلة التي تتفاعل القشرة على القوى الأخرى، فإذا ما تعادلت تلك القوى اكتسبت القشرة صفة الثبات والاستقرار.

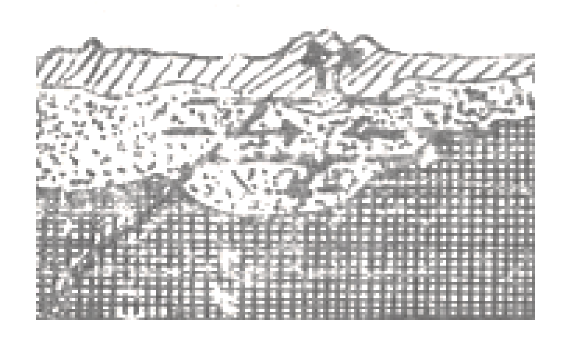
وهناك خمسة أنواع هامة لتلك القوى التي تتحكم في القشرة وهي:

(١) قوة التمالك التي تعمل على حفظ كيان القشرة أو اتزانها.

(٢) قوة الجاذبية وتزداد في القشرة كلما قربت الطبقات التي تكونها من الباطن، وتستمر هذه الظاهرة إلى عمق حوالي ١٠٠٠ ك م ثم يقل الجذب كلما زاد الاقتراب بعد ذلك نحو المركز.

(٣) قوة الطرد التي تنشأ من شدة دوران الأرض حول نفسها

(٤) قوة النشاط التي تنبعث من الكهارب (الإلكترونات) التي تكون كل ذرة



تغضن القشرة الأرضية

(٥) قوة النشاط الحراري ويرجع مصدرها إلى ذلك الرصيد الحراري الذي ورثته الأرض عن أمها الشمس وإلى الحرارة التي تتجدد في القشرة على شكل مواد تشع الحرارة، لاسيما المواد التي تحتوي على عنصر الراديوم، وهذا المصدر الأخير هو الذي ينجم عنه تجمع الحرارة من وقت لآخر بدرجة تزيد على حاجة القشرة، مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات وحركات عنيفة وتكوين الجبال في دورات مختلفة، وإلى حدوث تغيرات في شكل القارات والمحيطات. ويجدر بنا عند تتبع تلك الدورات الجبلية والتغيرات التي تناولت القارات أن نذكر أهم النظريات المتصلة بذلك.

أولاً. نظرية التقلص الحراري Thermal contraction Theory

ومن أكبر أنصارها للعالم جفريز، وهي تفترض برودة الأغلفة الأرضية بمقادير مختلفة منذ تكون الأرض وتجمد تلك الأغلفة. أما الباطن الذي

ينحصر بين مركز الأرض وطبقة داخلية تبعد عن السطح بنحو ٧٠٠ ك م فلم تتغير حرارته تقريباً ولم يتغير حجمه تبعاً لذلك.

ولقد بردت كل طبقة في ذلك الغلاف الخارجي بنسبة أكبر من التي تليها إلى الداخل، أما الطبقة الخارجية للقشرة فلا يمكن أن تبرد بأكثر مما بردت، ولذا فإنها تصبح أوسع وأكبر من الطبقات الداخلية التي لا تزال تبرد. ومن هنا فإن القشرة الخارجية تتقلص وتتجعد حتى ترتكز على الطبقة الداخلية التي تليها. وكذلك الطبقة التالية الآخذة في البرودة يقل حجمها وتصبح أصغر من أن تسع الطبقات الداخلية التي تليها، فيحدث بذلك أن تكابد من قوى ضاغطة أفقية تجعلها تتمد تمدداً جانبياً وقد تتشقق أو تتكسر، وسرعان ما تملأ الشقوق المواد الباطنية المكبوتة. ولقد كان معدل سمك الطبقات التي بدرت تحت المحيطات أكثر من سمكها تحت الكتل القارية. ومن المحتمل أن أغلب الصخور التحتية للمحيطات – إن لم يكن كلها – قاعدية، وبذا تكون أشد متانة وقوة من صخور القارات. فإن صح ذلك نتج عنه أن القوى الضاغطة الأفقية التي تنشأ من تقلص الحرارة تكون أكثر تأثيراً في القارات منها في المحيطات.

ويعتبر العالم الألماني "كوبر Kober" من أكبر مؤيدي نظرية التقلص، وقد جمع آراءه في كتابه (بناء الأرض Der Bau der Erde) وهو يقول إن التقلص الحراري مستمر منذ تاريخ الأرض النجمي، ويرى أن هناك علاقة كبيرة بين الكتل الصلبة القديمة الثابتة للأرض وبين المناطق التي تتأثر

بالحركة فتتكون بها الالتواءات الجبلية، فهو يعتبر تلك الكتل الصلبة حجر الأساس في تكوين القارات الحالية.

ويمكن التمييز بين تسع كتل من تلك في العهود الجيولوجية القديمة وهي:

١- الكتلة الروسية المسماه بالبلطية Baltica وتدخل فيها السويد وفلنده.

٢- الكتلة السيبيرية بأرض أنجارا Angara

٣- الكتلة الصينية وتشتمل على الصين والهند الصينية.

٤- الكتلة الهندية وهي الهند شبه الجزرية بما فيها جزيرة سيلان.

٥- الكتلة الأسترالية وتنتمي إليها أستراليا الغربية والوسطى.

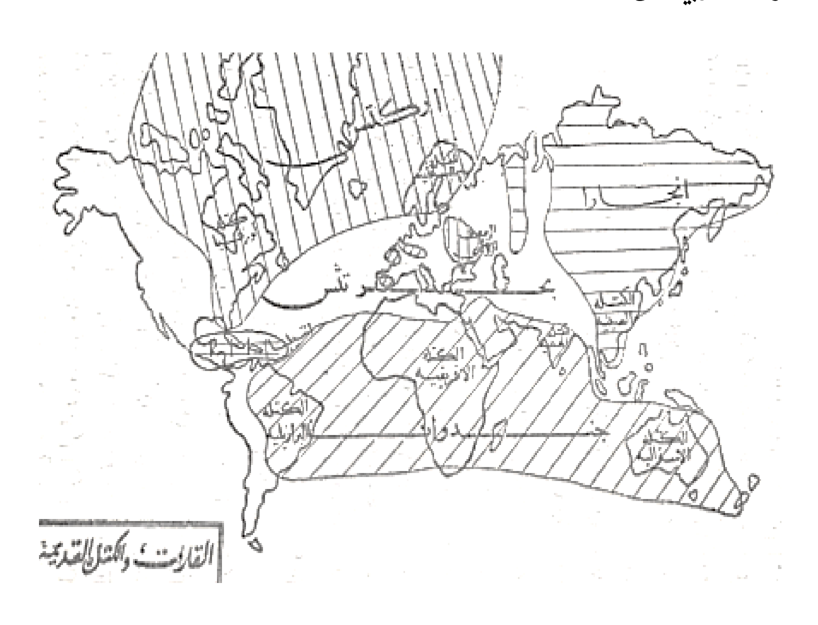
٦- الكتلة البرازيلية.

٧- الكتلة الكندية اللورنسية Laurentian وتدخل فيها أغلب جهات جزيرة جرينلند.

٨- الكتلة الإفريقية بما فيها أغلب جهات بلاد العرب وجزيرة مدغشقر.

٩- كتلة القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتكا).

ومن الجهات المتفرقة التي تنتمي إلى الكتل القديمة هضبة رودوب في اليابان، وجزيرتا فورسقة وسردينيا غربي إيطاليا، وهضبة آسيا الصغرى والجزء الجنوبي من غانة الجديدة.



ثم يميز "كوبر" بين ست فترات أساسية لتكوين الالتواءات العظيمة: فتمتاز الفترة الأولى بتكوين التقعر البحري الذي تراكمت فيه الرواسب، وتمتاز الفترة الثانية بحدوث التواء وحركات في جوانب هذا التقعر البحري كما أحدثت الرواسب ضغوطاً وساهمت في تكوين الالتواءات الجبلية، وصحب هذه الحركة ثورات بركانية عنيفة.

أما الفترة الثالثة فتعتبر فترة تحات شديد. ولا يعلم الكثير عن تلك الفترات الثلاث الأولى؛ كما لا يمكن تحديد الكتل الصلبة والمناطق

المتحركة قبل الزمن الباليوزي (القديم)؛ ولو أنه لا يمكن حتى منذ هذا الزمن تحديد تلك الكتل تحديداً دقيقا.

وعلى كل حال فقد ازدادت المعلومات المتصلة بذلك منذ العصر الكمبري أول عصور الزمن الباليوزوي، والمعروف أنه كان هناك على الأقل فترتان كبيرتان لتكوين الجبال في الزمن الباليوزوي؛ فقد شهد نهاية العصر السليوري (وهو الحقبة الثالثة من ذلك الزمن) أقصى ما وصلت إليه التكوينات الجبلية التي تسمى بالمجموعة الكاليدونية Caledonian والتي تشمل خاصة المرتفعات القديمة في غرب اسكنيناوه وفي اسكتلنده وأغلب جهات ويلز وأيرلنده؛ كما تنتمي إليها في أمريكا الجنوبية مرتفعات البرازيل الشرقية وامتدادها جنوبا حتى مصب نهر لابلاتا، وفي إفريقية منطقة طولية جنوبي جبال أطلس تنحصر بالتقريب بين خطي طول ١٠º شرقاً و١٠º غرباً ويمثلها شريطان ضيقان عرضيان أحدهما في وسط الولايات المتحدة والآخر في جنوب سيبريا.

ويعتبر "كوبر" هذه الفترة السيلورية الفترة الرابعة من فترات الالتواءات العظيمة، أما الفترة الخامسة فقد بلغت ذروتها في العصر البرمي والعصر الفحمي وهما الحقبتان الرابعة والخامسة من حقب الزمن الباليوزوي ويعزى إلى هذه الفترة تكون المرتفعات التي تسمى بالالتواء الهرسيني Hercynian folding وتشمل كثيراً من مرتفعات أوروبا الوسطى مثل هضبة بوهيميا والمرتفعات المعروفة باسم مرتفعات الرين الأردوازية شمالي نهر الموزل؛ ومرتفعات فوج والغابة السوداء ومرتفعات بريتاني في فرنسا،

ومرتفعات جنوب غرب انجلترا وجنوب أيرلندة وويلز؛ وهضبة الميزتا في شبه جزيرة أيبيريا؛ وجبال أورال، كما تشمل الجهات السهلية المحيطة بهذه المرتفعات في أواسط أوروبا وحول جبال أورال؛ وأغلب جهات آسيا الوسطى والطرف الجنوبي من إفريقية؛ وشرق الولايات المتحدة بما فيه من مرتفعات أبلاش وجزيرة نيوفوندلاند، ووسط الولايات المتحدة وشرق ووسط المكسيك، وأغلب جهات الأرجنتين في أمريكا الجنوبية ومنطقة المرتفعات الشرقية لأستراليا؛ وجزيرة تسمانيا.

أما الفترة السادسة والأخيرة فهي الفترة الألبية التي استمرت خلال الجزء الأكبر من الزمن الكاينوزوي وبلغت ذروتها في عصر المبوسين؛ فتكونت منها مجموعة الجبال الالتوائية الحديثة الحالية؛ وهي المجموعة الألبية في أوروبا وآسيا؛ وسلاسل جبال أطلس في شمال غرب إفريقية. ويمتد الالتواء في أغلب الأحوال في هذه المجموعة امتدادا عرضيا ثم ينقلب الامتداد في شرق هضبة التبت في آسيا فيصبح طوليا وينتهي إلى شبه جزيرة الملايو وبعض جزائر الهند الشرقية.

وتكونت مجموعة الجبال الالتوائية الحديثة أيضا حول المحيط الهادي في غرب الأمريكتين وفي شرق آسيا؛ حيث العقود الجزرية Island fesroons التي يمكن تتبع الالتواء فيها حتى بعض جزائر الهند الشرقية وحتى جزائر نيوزيلندة جنوبا كما تنتمي إليها منطقة في شرق سيبريا والجزء الساحلي الشرق لمنشوريا. والكتل القديمة تعتبر نواة القارات الحديثة، وقد

حدثت الحركات التي أدت إلى حدوث الالتواءات في المناطق الضعيفة المحيطة بتلك الكتل.

ثالثاً- تركيبا القارات والمحيطات

١- تركيب القارة الأوروبية:

ففي أوروبا نجد أن أول عنصر في تركيبها وهو الركن الشمالي الغربي الذي يشمل فنلنده واسكنديناوة وأغلب اسكتلندة وجزءًا من شمال أيرلنده يتكون من مجموعة من الكتل غاية في القدم. وكل تلك الكتل أجزاء من القارة القديمة المعروفة باسم آركتس Arctis، والتي كانت تمتد غربا فتشمل الجزء الشمالي الشرقي من أمريكا الشمالية، وجزيرة جرينلند وجزيرة سبتسبر جن. ولم تكن كل أجزاء هذه القارة حتى ما فوق مستوى سطح البحر في وقت واحد ولكن من المحتمل أن بعض أجزائها لم يغمره البحر بتاتا. ودل على اتصال تلك الأجزاء تشابه الطبقات المحيطة بخليج هدسن من جهة والبحر البلطي من جهة أخرى، كما دل على ذلك وجود الجزائر الحالية الصغيرة المغمورة بالماء والتي تعرف بجسر أيسلندة.

أما العنصر الثاني في تركيب أوروبا فيشمل المجموعة الألبية من جبال البرانس والألب والسكريات والبلقان، وكانت هذه السلاسل تمتد عبر البحر الأسود وتتصل بالقوقاز، ومن هذا الشريط الألبي تفرع فرعان إلى الجنوب، أحدهما امتد عبر حوض البحر المتوسط الغربي خلال جزر البليار حتى جبال سيرانفادا في جنوب إسبانيا حيث انحنى إلى شمال إفريقية مكوناً

جبال أطلس، ثم إلى جزيرة صقلية، ثم خلال شبه جزيرة إيطاليا مكوناً جبال الإبنين: أما الفرع الثاني فيتكون من جبال الألب الدينارية، وهو مثل جبال برانس كان أقدم نوعاً في تكونه من السلسلة الألبية ذاتها.

ويرجع عدم الانتظام في امتداد تلك المجموعة الألبية إلى أن التجعدات حدثت في الأجزاء الضعيفة من الأرض حول الكتل القديمة القوية التي صادفتها.

ومن أهم تلك الكتل هضبة المزيتا Meseta في إسبانيا، وهضبة فرنسا الوسطى، والغابة السوداء في ألمانيا الموازية لجبال فوج، وهضبة بوهيميا والكتلة المعروفة باسم الرصيف الروسي في جنوب غرب روسيا شمالي البحر الأسود وهضبة رودوب في شبه جزيرة البلقان.

أما بقية أجزاء أوروبا فيتركب خاصة من طبقات من الرواسب تمتد على شكل سهول مستوية أو تلال مضرسة، وهذه الطبقات هي التي تكون السهل المتوسط الأعظم بأوروبا، كما تكون حوض المجر وسهل لمبارديا داخل الانثناءات الألبية. على أن تلك السهول قد يعترضها بين مكان وآخر أجزاء من مجموعات جبلية قديمة، كما في مرتفعات الأردن Ardennes في بلجيكا، وتلال بريتاني في فرنسا، ومرتفعات كورنول Cornwall ومرتفعات جنوب أيرلندة

٢- تركيب القارة الأسيوية:

أما آسيا فعلى الرغم من اتصالها بأوروبا كانت منفصلة عنها في أوائل الزمن الكاينوزوي بواسطة بحر كان يصل بين المحيط المتجمد الشمالي والمحيط الهندي ممتداً شرقي روسيا وإيران، وتتركب آسيا من أربعة عناصر رئيسية كانت بقايا لتلك القارة القديمة التي أطلق عليها الأستاذ "سويس Suess" اسم قارة أنجارا Angara land وكانت تشمل أغلب الأجزاء الشمالية الشرقية لآسيا، وكانت تتصل بكتلة الصين الجنوبية القديمة، وتقع في شرق أنجارا سهول سيبريا الغربية، وتمتد في جنوبها المجموعة الألبية الالتوائية

فالعمود الفقري لهذه المجموعة يمتد من الغرب حيث جبال القوقاز بين بحر قزوين والبحر الأسود وحيث سلاسل بنطس وطوروس المحيطة بهضبة آسيا الصغرى القديمة والتي تلتقي في هضبة أرمينيا ثم تنفرج في نطاق يحيط بهضبة إيران مكونة سلاسل إلبرز وهندكوش في الشمال وزجروس في الغرب وسليمان في الشرق، ثم يضيق النطاق ثانية عند هضبة بامير وتنفرج السلاسل مرة أخرى مكونة جبال هيمالايا وكوين لن ويحصران بينهما هضبة التبت.

وتمتد سلاسل هيمالايا نحو الشرق حتى تعترضها كتلة الصين القديمة القوية وتضطرها للانحناء نحو الجنوب حيث يغمر خليج بنغال أجزاءً منها فتظهر في مجموعات جزرية صغيرة أشهرها أندمان، ويعود امتدادها

للظهور في جزيرة سومطرة ثم في جاوة وفي أرخبيل الملايو، ومن المحتمل تتبعها في جزيرة غينيا الجديدة في شمال أستراليا حيث يمكن القول باتصال هذه المجموعة الألبية بالمجموعة المحيطة بالمحيط الهادي.

وفي الجنوب من المجموعة الألبية في آسيا توجد كتلتان قديمتان وهما هضبة العرب وهضبة الدكن، وهما بقايا القارة الثالثة القديمة التي تعرف باسم قارة جندوانا Gondwana التي كانت تشمل زيادة على ذلك أغلب جهات إفريقية وأستراليا وشرق أمريكا الجنوبية.

وفي الشمال من المجموعة الألبية في آسيا تمتد طبقات من الرواسب، كالتي توجد في وسط أوروبا، تكون وسط آسيا وسهول تورانسك (التركستان الروسية) وتعترضها جبال أقدم عهداً منها مثل جبال تيان شان وألتاي وهضبة منغوليا وجبال يابلونوي وستانوفوي، ثم جبال أورال الممتدة بين آسيا وأوروبا.

٣- تركيب القارة الإفريقية.

أما إفريقية فينتمي أغلبها إلى قارة جندوانا القديمة، وهي تشمل عنصرين آخرين أحدهما جبال أطلس التي تنتمي إلى المجموعة الألبية، والآخر الطرف الجنوبي من إفريقية الجنوبية، وكان وقتاً متصلا بقارة جندوانا، كما أنه كان جزءاً من أرض هبطت وكانت تمتد جنوباً إلى منطقة القطب الجنوبي.

٤- تركيب قارة أمريكا الشمالية.

وتتركب أمريكا الشمالية من كتلتين قديمتين إحداهما في الشرق وهي أكبرهما والأخرى في الغرب، فالكتلة الشرقية كانت جزءًا من قارة أركتس Arctis التي تعتبر منطقة الأبلاش كما يعتبر الساحل الشرقي للولايات المتحدة أجزاء منها، والكتلة الغربية كانت تشمل موقع جبال روكي وقد امتدت في فترات مختلفة إلى الجنوب حتى المكسيك وإلى الشمال حتى ألاسكا وتتمثل أجزاء منها فيما يعرف بالسهول العظمى، وكان البحر كثيراً ما يمتد بين هاتين الكتلتين من خليج المكسيك إلى المحيط المتجمد الشمالي، فتكونت أمريكا الشمالية من امتلاء ذلك البحر الداخلي بالرواسب حتى اتصلت الكتلتان الشرقية والغربية وتكونت بينهما السهول الوسطى.

وفي جنوب الولايات المتحدة توجد بقايا كتلة أخرى قديمة تعرف باسم أنتيليا Antillia كانت تشمل منطقة جزائر الأنتيل الحالية، وقد مزق هذه الكتلة توالي الهبوط في أجزائها المختلفة، والعنصر الآخر في تكوين هذه القارة هو مرتفعات روكي الغربية الحديثة

٥- تركيب أمريكا الجنوبية:

أما أمريكا الجنوبية فأكبر عنصر في تكوينها هو المكون لمرتفعات البرازيل ومرتفعات غيانة، وكان هذا الجزء هو الركن الغربي لقارة جندوانا القديمة، وتوجد على طول السواحل الغربية لبيرو وشيلي بعض الكتل

الصغيرة القديمة التي تظهر في سفوح مجموعة الأنديز الحديثة، وهذه الكتل مع المواد الرسوبية الواقعة في شرقها تنبئ عن الامتداد القديم لليابس نحو الغرب في المحيط الهادي.

٦- تركيب أستراليا:

وأهم عنصر في تركيب أستراليا هو قارة جندوانا القديمة التي تنتمي إليها بوجه خاص الهضبة الغربية، أما المرتفعات الهرسينية التي تقع في شرقها مكونة جبال الألب الأسترالية والجبال الزرقاء فهي تنتمي إلى العصرين الفحمي والبرمي السابقين لفترة تكوين الجبال الالتوائية الحديثة، وقد تكون السهل الرسوبي بين المرتفعات الشرقية والهضبة الغربية.

البحار والمحيطات:

أما عن البحار والمحيطات فإن أكثرها نصيباً من معرفتنا لتاريخها الجيولوجي هو البحر الذي أطلق عليه "الأستاذ سويس" بحر تثس tethys، وكان بحراً داخلياً يمتد من جزائر الهند الغربية إلى ما بين شمال أوروبا وشمال إفريقية كما كان يحتل جزءًا كبيرًا من وسط آسيا، فكانت تحده شمالا قارتا أركتس وأنجارا وجنوباً قارة جندوانا. ويعتبر البحر المتوسط الحالي وبحار جزائر الهند الغربية بقايا لبحر تثس القديم. وبدأ هذا البحر في التحول نحو شكله الحالي منذ عصر الميوسين ولم يبلغ صورته الحالية إلا في الزمن الرابع في عصر البليوستسين.

أما المحيط الأطلنطي فقد تكون من خليجين أحدهما شمال بحر تئس والآخر جنوبه، وهذان الخليجان زاد حجمهما نظراً لهبوط الجهات الساحلية المحيطة بهما حتى تكون منهما الجزء الغربي لبحر تئس والمحيط الأطلنطي الحالي.

ويعتقد "كوبر" أن المحيط الأطلنطي هو جزء من أرض منخفضة، وأن قاعه ليس من القشرة الأرضية التحتية العميقة التي تسمى سيما (Sima) رمزاً للسيلكا (الرمل) والمغنسيوم. بل من القشرة الأرضية السطحية المكونة للقارات والتي تسمى سيال (Sial) رمزاً للسيلكا والجير. وقد أقر العالم "فجنر Wegner" هذا الرأي أيضاً. وعلى ذلك فإن "كوبر" يرى أن المحيط الأطلنطي تكون نتيجة لحركة هابطة أورجينية (Orogenic)، أي من الحركات التي تكون الجبال، حدثت بين الكتل القديمة التي سبق ذكرها والتي تكون هوامش ذلك المحيط.

والمعروف على كل حال أن المحيط الأطلنطي حديث نسبياً لا يرجع إلى أبعد من الزمن (الكاينوزوي). فقد ظل اتصال الكتلة الإفريقية والكتلة البرازيلية حتى عصر الأيوسين. ثم حدث الهبوط بينهما فتكون الجزء الجنوبي من المحيط الأطلنطي.

أما الاتصال بين الكتلة البلطية بشمال أوروبا والكتلة اللورنسية بشمال أمريكا الشمالية فقد ظل حتى عصر البليوسين آخر عصور الزمن الثالث. ثم حدث الهبوط فتكون الجزء الشمالي من المحيط الأطلنطي. ويرى

"كوبر" أن المحيط الهندي والمحيط المتجمد الشمالي تكونا بهذه الطريقة أيضاً، على أثر تمزق القارات القديمة منذ أواخر الزمن الميزوزوى.

أما المحيط الهادي فهو لغز في نظر الكثير من الباحثين، فكله تقريباً محاط بالجبال الالتوائية كما أنه يشمل سلاسل وأقواساً جذرية بارزة ووهدات عميقة. ويميز "كوبر" بين جهاته التي نشأت باتصال الحركات الالتوائية الأوروجينية والحركات الكراتوجينية (التي تختص بالمناطق الصلبة التي لا تلين فتحدث فيها الكسور والأخاديد ولا تحدث الالتواءات العميقة، كما عند جزائر اليابان، حيث تقع في غربها الكتلة الصينية الصلبة. ويميز أيضاً بين جهات تعتبر مناطق متوسطة Median Masses حيث تقع بين جهات شديدة الالتواء مثل منخفض "بسمارك" الواقع بين مجموعة جزائر ميلانيزيا في شمال شرق أستراليا، على أنه إن صح أن هناك علاقة بين تكوين المحيط الهادي وتكوين السلاسل الجبلية المحيطة به كان هذا المحيط حديثاً نسبياً.

أما البحر الأحمر فإنه جزء من الانكسار الكبير المعروف بالأخدود الإفريقي والذي حدث في الزمن الثالث، نتيجة للحركات التي نشأت في الفترة السادسة من فترات التكوينات الجبلية، والتي بلغت ذروتها في عصر الميوسين.

رابعا- نظريات أخرى لتضرس الأرض

رأينا أن كوبر من أكبر أنصار نظرية التقلص الحراري باعتباره العامل الفعال في تكوين الحركات والقوى التضاريسية، على أنه بجانب ذلك توجد عوامل أخرى لتلك القوى تتمثل فيما يأتي:

١- نظرية التوازن: Isosracy تعتمد هذه النظرية على الفكرة القائلة بأن الجزء الخارجي من القشرة الأرضية المعروفة باسم سيال (Sial) يطفو على طبقة أشد كثافة منه تعرف باسم (سيما) (Sima)، على أن يستبعد من الأذهان فكرة سيولة تلك الطبقة مما يوحي به لفظ الطفو.



وأول من اقتراح فكرة الطفو هذه هو "سير جورج إيري Sir George Airy" عام ١٨٥٥. وقد أدلى بها لتفسير ظاهرات غريبة تتعلق بجاذبية جبال هيمالايا، ففي أثناء القيام بأبحاث حسابية وهندسية تتصل

بتقدير مساحة الهند أمكن الحصول على الفرق الطولي بين مرزك كاليانبور Kalianpur وكاليانا Kaliana بطريقة هندسية ثم بطريقة فلكية، وقد نتج فرق بين التقدير بالطريقتين. وعزى هذا الفرق إلى جاذبية جبال هيمالايا (التي تقع كاليانا في شمالها) لخيط الرصاص الذي استعمل في التقدير الفلكي، ومن هذا اقترح "إيري" أن الهيمالايا تطفو وأن الكتلة الجبلية الظاهرة منها يعوضها امتداد تحت سطح الأرض، فالصخور التي تكون الهيمالايا لا ترتكز فقط على سطح مستو مكون من مادة أثقل، ولكنها كالقارب الذي يطفو على الماء يغوص جزء منها في المادة الأثقل.

وقد يزيد هذا الشرح وضوحا للتشبيه بجبل الثلج iceberg الذي يطفو فوق البحر بنسبة جزء فوق سطح الماء إلى تسعة أجزاء تحت السطح، فلو فرضنا كما يقول جولي إن متوسط كثافة صخور القارات (السيال Sial) هو ٢.٦٧، وأن متوسط كثافة الطبقة التحتية (السيما) هو ٣، فمن السهل القول لو صح ذلك بأن لكل جزء من القشرة الأرضية البارزة فوق سطح الأرض ثمانية أجزاء تقريباً غائصة في الطبقة التحتية، بحيث يكون الجزء الغائص بمثابة القاعدة المتينة.

وتنصب فكرة التوازن هذه على سلاسل الجبال والهضاب الكبيرة وبروز القارات، ومع تسليمنا بأن هذا الفرض لا يزال موضع خلاف فإنه يمكن القول بأن ذلك التعويض القاعدي التوازني يمكن أن يحدث في مساحة تبلغ درجة عرضية مربعة على الأقل، وعلى هذا الأساس فلو أن جزءًا من سطح الأرض احتمل كتلة رسوبية كما هو الحال في دلتا كبيرة

كدلتا النيل أو مساحة تغطيها قبعة جليدية مثل جرينلند أو القارة الجنوبية، فإن القشرة الأرضية تحت هذا الجزء تثقل وتغوص. وكما يغوص السطح المعرض للتراكم يرتفع السطح المعرض لفعل التعرية والنحات.

فافتراض "إيري" إذن هو أن الطبقة الخارجية للقشرة الأرضية (السيال) في حالة توازن هيدروستاتيكي، وأن القارات والجزائر ترتكز أو تطفو على طبقة أشد كثافة منها، وعلى ذلك يكون سمك القارات الغائص كبيراً.

وقد سادت بعض الآراء المخالفة لنظرية التوازن كما يراها "إيري" فإن "برات pratt" يفترض أن القارات والكتل البارزة الأخرى ترتفع عن المستوى المتوسط لأنها تعوض بمواد مختلفة الكثافة. وعلى ذلك فالفرق الأساسي بين آراء "إيري" وآراء "برات" هو أن "إيري" يفترض في الطبقات كثافة واحدة وسمكا مختلفا للتعويض، بينما يفترض فيها "برات" سمكاً واحداً وكثافة مختلفة للتعويض، على أن الموضوع كله ما زال لم يستكمل أسانيده القوية.

٢- نظرية تزحزح القارات:

وقد بدأ الاتجاه الجدي نحو فكرة تزحزح القارات في النصف الأخير من القرن التاسع عشر، ولكن لم يحتدم الجدل العنيف حول هذه المسألة الشائكة إلا منذ تناولها العالم الألماني فجنر سنة ١٩١٤ في الطبعة الثانية من كتابه (Die Enstehung der Kontiaente und Ozeane).

فقد حشد "فجنر" جمعا كبيراً من الأدلة على أن القارات قد تزحزحت عن أوضاعها الأولى، وأن الزحزحة قد تكون مستمرة للآن وقد بنى أدلة على أساس من الدراسة الجيولوجية والمناخية القديمة وعلم الطبيعيات، وبخاصة فيما يتصل بتوزيع الحيوانات والنباتات في العالم، وعلى الرغم من أن نظريته هوجمت هجوما شديداً فإن فضله لا ينكر بما أدلى به من توجيهات تلائم تفسير بناء القارات.

ونظرية النزحزح متشعبة النواحي مترامية الآفاق على أننا نستطيع أن نلخص أهم نواحيها فيما ذهب إليه "فجنر" في أنه كان هناك في العصر الفحمي قارة واحدة ضخمة تتكون من الطبقة الخارجية للقشرة الأرضية (السيال Sial) تسمى قارت "بانجيا Pangaea" يحيطها محيط يرتكز على الطبقة الداخلية للقشرة (السيما Sima)، ولم يتناول "فجنر" حالة الأرض في الأزمنة السابقة للحصر الفحمي، مما اعتبره البعض نقطة ضعف في كيان نظريته.

وليس معنى ذلك انه لم يعتقد بحدوث الزحزحة قبل العصر الفحمي وغاية الأمر أن الأحداث الجيولوجية لم تكن معروفة جيداً قبل ذلك العصر كما أن توزيع النباتات والحيوانات لا يمكن تفسيره تفسيراً واضحاً إلا بواسطة الحركات التي حدثت منذ ذلك العصر. فهو يعتبر العصر الفحمي نقطة البدء الحقيقي لتطور معالم الأرض الحالية، وهو يفترض حدوث تصدع وتشقق في تلك القارة القديمة حتى تزحزحت أجزاؤها مكونة أوضاع

القارات وهو يؤيد هذا بأشكال سواحل القارات الحالية وبإمكان ضمها والتئامها بربط حافات القارات بعضها بالبعض الآخر.

وهو يفترض اتجاهين رئيسين للحركة، أحدهما نحو الغرب يعزوها إلى حد كبير إلى قوة المد المتسلطة على اليابس، فإن جاذبية الشمس والقمر تميل إلى سحب الغلاف الخارجي للأرض نحو الغرب، وهذه القوة طبعاً ضئيلة جداً ولكن للزمن حسابه فيما تحدثه من أثر.

وقد أحدثت تلك الحركة الغربية في اعتقاده جبال الأنديز وسلاسل كوردليرا، أما سلسلة الجزائر الشرقية لآسيا (العقود الجزرية Island Festoons فهي تختلف تماماً في تكوينها عن الأنديز، إذ تعزى إلى حركة آسيا نحو الغرب مما أحدث انفصال تلك الجزائر. وينطبق هذا أيضا على جزائر الهند الغربية وجزائر الأنتيل الواقعة بين جزيرة تيرا دلفويجا والقارة الجنوبية (أنتاركتكا).

أما الاتجاه الآخر الذي يفترضه "فجنر" فنحو خط الاستواء، وهو يتوقف على العلاقة بين مركز الجاذبية ومركز الطفو للكتلة الخارجية للقشرة الأرضية مما أحدث جبال الألب والهمالايا وما شابههما، عندما كان خط الاستواء في الزمن الثالث يقع بالتقريب على خط الالتواء الألبي الحالي.

وفيما يتعلق بحركات الكتل القارية التي يقترحها "فجنر" لا بد أن نذكر افتراضه جانب ذلك أن القطبين لم يكونا دائما في مكان واحد بالنسبة لتلك الكتل فهو يفترض أن القطب الجنوبي كان عند موضع مدينة

دربان الحالية في جنوب إفريقية في العصر الفحمي، عندما كان الجليد ينتشر في نصف الكرة الجنوبي؛ كما تدل عليه بقاياه في البرازيل وفي هضبة الكارو بجنوب إفريقية وفي شبه جزيرة الهند وفي أستراليا وفي القارة الجنوبية..

ويقول "فجنر" إن القطب الشمالي كان على خط عرض ١٤º شمالا وخط طول ١٢٤º غربا في العصر السيلوري، أي في نقطة تقع الآن في المحيط الهادي غربي المكسيك، وعلى خط عرض ١٦º شمالا وخط طول ١٤٧º غربا في العصر الفحمي، أي في نقطة تقع الآن في المحيط الهادي في الجنوب الشرقي من جزائر هاواي. وعلى خط عرض ٥١º شمالا وخط طول ١٥٣º غربا في الزمن الثالث، أي في نقطة تقع الآن جنوبي شبه جزيرة ألاسكا.

ولا يقتصر "فجنر" في بحثه على القارات الكبيرة بل يقول بإمكان التئام جزائر هبريدو شمال اسكتلنده بجزيرة لبرادور لتشابه التركيب بينهما، وكذا جزيرة سبتزبرجن في شمال أوروبا بالجزء الشمالي من جزيرة جرينلند.

ولقد نشر العالم الفرنسي "دي توا Du Toit" بحثه معقبا على نظرية "فجنر" فأدلى بمقارنة بين المجموعة المعدنية لقارتي إفريقية وأمريكا الجنوبية مما يبين تشابها قويا بينهما ويؤيد اتصالهما قديما. ومما لا شك فيه أن أقوى تشابه بين القارات شمالي خط الاستواء هو ما يتمثل بين المرتفعات الفارسكانية في وسط وغرب أوروبا وفي شرق أمريكا الشمالية، مما يجعل

هذه السلاسل تلتئم تماما لو ضمت القارتان إحداهما إلى الأخرى كما تصور "فجنر".

على أن بعض الدوائر العلمية تعارض محاولة نظريات التزحزح تفسير تشابه الظاهرات الطبيعية على جانبي المحيط الأطلنطي، فقد لخص العالم "جرجوري" في خطاب ألقاه أمام الجمعية الجيولوجية عام ١٩١٩ تلخيصاً دقيقاً تاريخ المحيط الأطلنطي، ذاكرا أن افتراض وجود القناطر الأرضية يفسر توزيع النباتات والحيوانات في العالم القديم (أوراسيا وإفريقية وأستراليا) والعالم الحديث (الأمريكتين)، كما قال إن المحيط الأطلنطي تكون نتيجة لاتساع الخلجان الكبيرة التي نشأت من بحر تش، فهو إذن يتبع آراء العالم "سويس Suess" الذي يؤيد فكرة وجود تلك القناطر بين العالمين ولا يؤيد فكرة التزحزح.

٣- نظرية النشاط الراديومي: Rabio- activity كان رأي الباحث "كلفن" أن الكرة الأرضية كانت منصهرة ثم بردت بالتدريج حتى تصلبت منذ نحو ٤٠ مليون سنة، ولكن هذا الرأي كانت تقوم دونه اعتراضات كثيرة تتمثل في استحالة تفسير دورات الاضطرابات التي حدثت في القشرة الأرضية وتمخضت عن بناء الجبال مما لا بد لحدوثها من عامل الحرارة. على أنه ظهرت في العهد الحديث اكتشافات خاصة بالراديوم والنشاط الراديومي في القشرة الأرضية، فقد اكتشفت "مدام كوري" وزوجها "اللورد رالي Rgyleiqh وجود الراديوم في الصخور، وتبين أن أهم العناصر احتواء له هي الأورانيوم Uranium والثوريوم Thorium والبوتاسيوم Potasium

وأنه يمكن تقدير عمر الصخور بواسطة الراديوم، ومقدار ما يستغرقه من زمن لتحوله إلى رصاص. ولكن هذه الاكتشافات وإن كانت قد هدمت نظرية "كلفن" فإنها أوجدت مشكلة جديدة، إذ لا بد من افتراض تجمع الحرارة في القشرة بحيث تصبح الحرارة المتولدة فيها أكثر من المفقودة بالإشعاع. ومعنى هذا أن القشرة الأرضية سائرة نحو الانصهار. مع أن هناك من الأدلة ما يجعلنا نقطع بأن القشرة الأرضية صلبة. وقد ظلت هذه المشكلة قائمة حتى أدلى العالم "جولي Joly" في عام **١٩٢٢** بنظريته المعروفة باسم نظرية النشاط الراديومي ودورات بناء الجبال. فقد افترض تجمع الحرارة في فترات ثم انفراجها وتبددها ثم تجددها وهكذا. وربط حركات الاضطرابات في القشرة الأرضية وتكوين الجبال بدورات تجمع الحرارة في تلك القشرة. وبين "جولي" أن النشاط الراديومي قاصر على القشرة لأننا كلما توغلنا في القشرة زادت كثافة المواد المكونة لها وقل نشاطها الراديومي بصفة عامة. فالمواد المكونة الطبقة السطحية (السيال sial) جرانيتية خفيفة يكثر فيها العناصر المشعة للحرارة. على أن صخور القشرة السطحية معرضة للغلاف الهوائي، ولذلك فهي تفقد حرارتها المتولدة باستمرار لأنها تشعها في الفضاء، فهي إذن لا تعنينا كثيراً من حيث دراسة الاضطرابات الأرضية. ويقدر "جولي" سمك تلك الطبقة الخارجية (السيال)

ثانياً: يترتب على ذلك الهبوط في القارات طغيان البحار على حوافها وتكوين بحار داخلية.

ثالثا: تتكون الرواسب على حواف القارات وفي البحار الداخلية.

رابعاً: تؤدي زيادة الحرارة في طبقة (السيما) التي تحت المحيطات إلى تمدد المواد البازلتية تحتها وانبعاجها إلى الخارج، مما يساعد على ارتفاع قاع المحيطات ولو قليلا، ويؤدي إلى زيادة المسطحات المائية على حساب اليابس.

خامساً: يترتب على ازدياد الحرارة المستمرة حدوث تمدد بوجه عام في القشرة الأرضية.

سادساً: ينجم عن هذا وعن دوران الكرة الأرضية حل نفسها من الغرب إلى الشرق تزحزح الكتل القارية وتشقق قاع المحيطات وبدء انفراج الحرارة.

سابعاً: يؤدي هذا أيضاً إلى حدوث التواءات ترتفع بسببها المواد الرسوبية التي سبق أن أرسبت عند حافات القارات فتظهر على شكل جبال التوائية. ويحدث أحيانا الالتواء بسبب ضغط اليابس على حافات المحيط، كما هو الحال في شمال إفريقية. وأحيانا يحدث الالتواء نتيجة لضغط مادة السيما في قيعان المحيطات على الرواسب الحديثة عند حافات القارات فتحدث الالتواءات في موضع الإرسابات السابقة.

ثامنا: بعد انفراج الحرارة تعود القشرة إلى البرودة من جديد بعد تغير معالمها وتستمر على ذلك حتى تبدأ دورة أخرى وهكذا:

وعلى هذا الأساس يقسم "جولي" دورات بناء الجبال إلى أربعة أقسام وهي:

١- الدورة الهرونية Huronian التي حدثت في الزمن السابق للكمبري.

٢- الدورة الكاليدونية Caledonian التي حدثت في العصر السيلوري

٣- الدورة الهرسينية الأبلاشية Hersynian التي حدثت في العصرين الفحمي والبرمي.

٤- الدورة الألبية Alpine التي حدثت خاصة في عصر الميوسين.

ولا شك أن دراسة هذه الدورات لا ترتبط فقط بالناحية الطبيعية بل تعتبر أساس الدراسات البشرية، نظراً لما أحدثته من اتجاهات مختلفة في مجرى الحياة.

اختلاف توزيع اليابس والماء.

والمعروف أن أقوى الأدلة على اختلاف توزيع اليابس والماء في الأزمنة الجيولوجية المختلفة هي التي تستند إلى توزيع الحيوانات والنباتات مما ينقض الفكرة القديمة التي أدلى بها خاصة "اللورد كلفن Lord Kelvin"

"والدكتور رسل ولاس Dr. Russel Wallace" في أواخر القرن التاسع عشر، والتي تقول بأن القارات والمحيطات بقيت بحالتها الراهنة منذ الأزمنة الجيولوجية المعروفة.

فقد علل "ولاس" مثلا بقاء المحيطات منذ القدم بأعماقها العظيمة واتساعها الكبير، وبأن الجزائر الواقعة في المحيطات الكبيرة لا تشمل بحال أي صخور أولية قديمة أو ثانوية متحولة مما تألف منه القارات، واستثنى من ذلك جزائر نيوزيلنده وجزائر سشل، كما أن المواد التي يتألف منها اليابس تختلف تماما عن الرواسب المسماة بالطمي البحري (ooze) التي تنتشر في قاع المحيطات والتي تتكون خاصة من بقايا صغيرة نباتية وحيوانية تمتزج بالصلصال الدقيق الذي نتج من فتات المواد البركانية التي سقطت في البحر أو من تراب ساقته الرياح من اليابس إلى البحر، وقد تتكون أيضاً من قطع صغيرة من الشهب الساقطة. فتلك الرواسب البحرية ليس لها في نظر (ولاس) وأمثاله نظير في القارات بحال ولا توجد مطلقا فوق مستوى سطح البحر.

ومما ينقض هذه الفكرة اكتشاف تلك الرواسب فوق سطح البحر في جزيرة بربادوس إحدى جزائر الأنتيل بجزائر الهند الغربية؛ وفي جزيرتي كوبا وبرنيو بجزائر الهند الشرقية، وفي بعض الجزائر في جنوب المحيط الهادي.

والمعروف أن تلك الرواسب لا توجد فوق القارات لأن طبقاتها ليست سميكة ولأنها تتكون ببطء، فإذا ارتفعت منطقة مغطاة بهذه

الرواسب قريباً من سطح البحر فسرعان ما ينحتها ويزيلها فعل الأمواج الشديدة. ولا يمكن أن تفلت تلك الطبقات الرسوبية من أثر الأمواج إلا في أحوال نادرة شاذة، كان ترتفع منطقة منها بسرعة في بحر هادئ أو كما في حالة جزيرة بربادوس التي توجد الرواسب فوق تلالها على ارتفاع يبلغ ١٢٠٠ قدما وقد أفلتت رواسبها من عامل الأمواج لأنها كانت قد اكتست بطبقة من الصخور المرجانية الجيرية.

كان ذلك إذن كفيلا بنقض النظرية القديمة القائلة بدوام حالة القارات والمحيطات منذ الأزمنة الجيولوجية المعروفة، إذ أن الكرة الأرضية باعتبارها كائنا حيا كما أوضحنا لم تعرف الاستقرار في تكوينها، بل خضعت منذ فجر حياتها لما يخضع له كل كائن حي من تغير وتطور. وقد كان دليل اختلاف توزيع النباتات والحيوانات في الأزمنة المختلفة أكبر هادم لتلك النظرية القديمة.

خامسا: (علاقة توزيع لقارات والبحار القديمة بانتشار الحيوان والنبات)

إن ملايين الحيوانات التي تعيش حاليا على الكرة الأرضية قد انحدرت من أسلاف من فصائل حيوانية قديمة قليلة العدد، تختلف في أشكالها عن الحيوانات الحالية. ولكل حيوان أصله الذي يرجع إلى العصور الجيولوجية القديمة، وفي كثير من الحالات توجد سلسلة من الحفريات تبين مراحل التطور بين الحيوانات الحالية وأجدادها القديمة، وعلى سبيل المثال فإنه بتتبع الحفريات التي تدل على تطور الحصان حتى بلوغه شكله الحالي

اتضح أنه انحدر من حيوان صغير في حجم الثعلب ذي الخمسة أصابع في كل قدم.

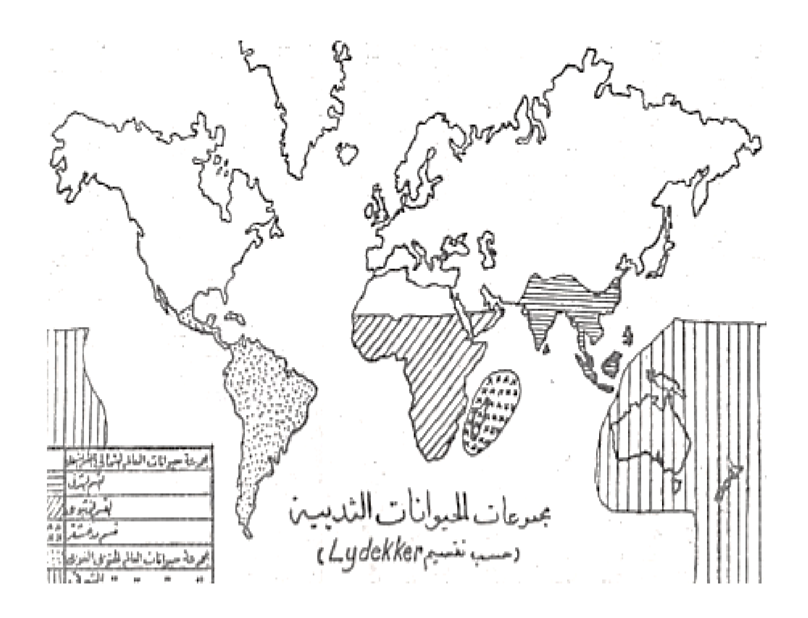
ولدراسة انتشار أي نوع من أنواع الحيوانات الحالية لا بد من استقراء الصخور التي تحتوي على البقايا الحفرية لذلك النوع لمعرفة أين ومتى بدأ ظهوره في العصور الجيولوجية، ثم بحث إمكانيات قدرة ذلك النوع لمعرفة قدرته على الهجرة والانتقال ومعرفة الحواجز التي اعترضت انتقاله أو القناطر التي ساعدته على الانتقال بين موطنه الأول وموطنه الحالي.

وهذه العوامل كما تؤثر في انتقال الحيوان فهي تؤثر أيضاً في انتقال النبات، ولو أن الحيوان أقدر من النبات على اجتياز العقبات لاسيما المحيطات والجبال والصحراوات، ولذا فإن الطيور هي أكثر الحيوانات انتشاراً.

وقد لوحظ أن هناك علاقة وطيدة بين التوزيع الجيولوجي القديم للتضاريس وبين انتشار الحيوانات والنباتات، وعلى هذا الأساس قسم الباحث ليدكر "Lydekker" العالم إلى ثلاث مناطق حيوانية وهي:

أولا: مجموعة حيوانات العالم الشمالي Arcrogaeic وتشمل أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا وجزءا من أرخبيل الملايو وإفريقية وجزيرة مدغشقر. وتنقسم هذه المنطقة الشمالية بدورها إلى:

(١) القسم الشمالي Holsrctic وهو جزءان أحدهما في الدنيا الجديدة "Palaearctic" والآخر "Nearctic" ويشمل أوراسيا عدا جنوب آسيا كما يشمل شمال إفريقية.



(٢) القسم الشرقي Oriental ويشمل الهند والهند الصينية وأغلب الصين وأغلب جزائر الهند الشرقية.

(٣) القسم الأثيوبي Ethiopian ويشمل كل إفريقية جنوبي مدار السرطان تقريبا ويدخل فيه النصف الجنوبي لبلاد العرب.

(٤) قسم مدغشقر Madgascar ويشمل جزيرة مدغشقر وما حولها من الجزائر القريبة.

وتنتشر في العالم الشمالي الحيوانات الثديية العليا "highest mammals" ومنها الثدييات ذات الحوافر مثل الحصان، والثدييات آكلة اللحوم مثل الضباع، والثدييات القارضة مثل السنجاب والأرنب، ولا توجد به الحيوانات الجيبية marsupials، إذا استثنينا النوع المعروف باسم أبوسوم Oppossum في أمريكا الشمالية، كما تنتشر به القردة الراقية.

ثانياً: مجموعة العالم الجنوبي Neogaea التي تشمل أمريكا الوسطى وجزائر الهند وأمريكا الجنوبية.

ثالثاً: مجموعة Notogaea أو المجموعة الأسترالية وتشمل أستراليشيا وجزائر بولينيزيا وتمتاز بانتشار الحيوانات الجيبية.

ويلاحظ أن القارات الجنوبية تنتمي كل منها إلى مجموعة خاصة نظراً لانفصالها عن بعضها بواسطة المحيطات بينما تتبع القارات الشمالية التي تتكون تقريباً من كتلة متصلة من اليابس إلى أقسام من مجموعة واحدة.

ويفسر الاختلاف الأساسي بين توزيعات المجموعات الحيوانية المختلفة تفسيراً واضحاً باختلاف توزيعات المحيطات والقارات في الأزمنة الجيولوجية المختلفة، فالمجموعات الحيوانية التي تعيش الآن في أستراليا وإفريقية وأمريكا الجنوبية والتي لا تعرف مطلقاً في الجهات الشمالية من العالم يحتمل أن تكون قد انتشرت قديما في النصف الجنوبي من العالم عن طريق اليابس الذي اختفى بعد ذلك بهبوطه تحت سطح البحر، ولو أن بعض تلك الحيوانات استطاع أن يعبر خط الاستواء إلى الهند وشمال إفريقية

وأمريكا الوسطى فالمجموعة الجيبية ذات السنين الأماميتين في الفك الأسفل والتي تعرف باسم Diprorodents ويعتبر الكنغر أحسن ممثل لها، تعيش الآن في أستراليا وفي بعض الجزائر القريبة منها. إذا استثنينا نوعاً واحداً منها يعيش في شمال جبال الأنديز بأمريكا الجنوبية.

وقد وجدت في بتاجونيا بقايا حيوانات منقرضة تعتبر من هذه المجموعة مما يدل على وجود اتصال قديم بين أستراليا وأمريكا الجنوبية، وليس هناك ما يدل على انتشارها في النصف الشمالي من العالم.

ويمكن تفسير وجود الحيوانات الجيبية ذات الأسنان الأمامية التي تزيد على اثنتين في الفك الأسفل Polytrotodents في أمريكا الجنوبية والأجزاء الشمالية من أمريكا الشمالية وفي أستراليا، يمكن تفسير انتشارها في تلك الجهات بأنها بقيت فيها منذ انتشارها وقتاً ما انتشاراً عالمياً. وقد وجدت بقاياها العظيمة في أوروبا وآسيا ثم قضت عليها أنواع من الحيوانات الثديية أرقى منها وعاشت في أستراليا بمنأى عن تلك المنافسة، لأن أستراليا انفصلت عن آسيا قبل وصول تلك الأنواع من الحيوانات الثديية الراقية.

وهناك كذلك حيوانات تقطن في النصف الشمالي من العالم ولم تنتشر مطلقا في نصفه الجنوبي. فالحيوان المعروف باسم الحنظب Stag beerie من فئة تسمى (Lvcanus) يقطن أمريكا الشمالية وأوروبا ومنطقة جبال أطلس في إفريقية كما يقطن آسيا، ولكنه لا يوجد في أمريكا الجنوبية أو

بقية إفريقية أو جنوب الهند أو أستراليا. ومن أمثلة هذه الحيوانات ما انقرض منذ عدة ملايين السنين مثل الديناصور والبنطسور وغيرهما وقد دلت عليها هياكلها التي بقيت في طبقات الأرض.

وكما يؤيد اختلاف توزيع القارات والمحيطات في الأزمنة الجيولوجية المختلفة مجموعات الحيوانات المنقرضة كذلك يؤيده توزيع النباتات المنقرضة، فمدى توزيع النباتات المعروفة في العصر الفحمي يدل على أن مرتفعات البرازيل كانت تتصل بإفريقية والهند، ومن المحتمل أنه كانت تشمل هناك قارة تمتد من وسط أمريكا الجنوبية نحو الشرق حتى أستراليا وتشمل المحيط الهندي بأكمله. وهذه القارة التي عرفت باسم جندوانا نسبة إلى المنطقة التي تناولتها في الهند أول دراسة لآثار تلك القارة.



أمثلة لحيوانات انقرضت

ومجمل القول أن تلك الدراسات وأمثالها قد أثبتت بجلاء اختلاف حالة الأرض قديماً، ووجود قارات أزلية تمزقت، ووجود جسور أرضية بينها هبطت وغمرتها المياه؛ فالكرة الأرضية بحالتها الراهنة ليست إلا وليدة أحداث جيولوجية عظيمة وحركات دائبة مستمرة تناولت أجزاء قشرتها المختلفة بالرفع تارة والخفض أخرى حتى جعلت منها ثوباً مهلهلا سيزيده الزمان بلى ما دام قلب الأرض ينبض بالحرارة ينبوع الحياة ومصدر الحركة والنشاط. فهي في ذلك بمثابة الجسم البشري يخضع من المهد إلى اللحد لعوامل التباين والتغيير.

ويجدر بنا أن نتعرف في هذا الصدد على المواد التي يتألف منها ذلك الثوب الخلق الذي يطلق عليه القشرة الأرضية والذي يرتبط ارتباطا وثيقا بمعالم الحياة على سطح الأرض، فعليه يقوم الحرث والنسل وإليه مرجع اختلاف النبت ومنه تنحت الصخور وتستخرج المعادن.

الباب الخامس

تضاريس القشرة الأرضية

هي من أهم مظاهر النشاط الحيوي الذي تنبض به الكرة الأرضية، وقد نشأ عن المرحلة الأولى للتضرس ارتفاع اليابس وبروز القارات واقترن ذلك بحدوث الانخفاضات التي تكونت منها المحيطات والبحار، ويعرف الارتفاع بالتضرس الإيجابي والانخفاض بالتضرس السلبي، ويبلغ متوسط ارتفاع اليابس ٨٠٠ مترا ومتوسط انخفاض المحيطات والبحار ٣٥٠٠ مترا، ولولا تضرس القشرة الأرضية لغمرت المياه سطح الأرض بطبقة تبلغ سمكها ٢٣٠٠ مترا، ولنستعرض أولا تضاريس اليابسة ثم ننتقل إلى الغلاف المائي، وتنقسم تضاريس اليابسة إلى موجبة وسالبة

التضاريس الموجبة

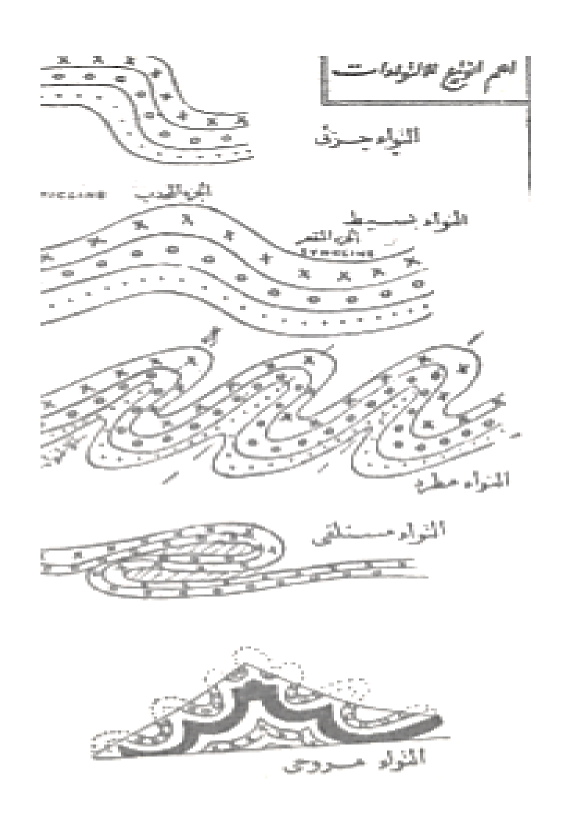
تتمثل أهم معالم التضاريس الموجبة للقشرة الأرضية فيما يلي:

أولا– الجبال والتلال، وهما يتشابهان في ظروف تكوينهما ولا يختلفان إلا في الارتفاع، فما يعلو على ١٠٠٠ مترا يعتبر جبلا، وما دون ذلك يعتبر تلا. وتظهر الجبال إما منفردة كجبل كينيا في وسط إفريقية أو في سلاسل مختلفة الامتداد كسلاسل هيمالايا في آسيا.

وقد تتشابه عدة سلاسل في صفات تكوينها وتاريخ نشأته فتسمى المجموعة (أو النظام) كالمجموعة الألبية التي تشمل السلاسل الالتوائية في أوروبا وآسيا.

وتنقسم الجبال تبعاً لظروف تكوينها إلى الأقسام الآتية:

١ - الجبال التراكمية وهي على نوعين: (أ) نوع ينشأ من تراكم المواد البركانية من اللافا والطفح البركاني حول فوهة البراكين حتى إذا خمد البركان ترك جبلا منفرداً يكون عادة مخروطي الشكل. وقد تتكون مجموعة متقاربة من هذا النوع كما في وسط إفريقية مثل جبل كينيا. وقد ينشأ مثل هذا النوع وسط سلاسل من جبال التوائية مثل جبل شمبرازو وأكنكاجوا في سلاسل جبال الأنديز بأمريكا الجنوبية، ومثل جبل أرزابا في المكسيك. (ب) ونوع ينشأ من تراكم الرمال على شكل كثبان رملية في الجهات الساحلية أو الصحراوية وتتكون عادة منها التلال.



٢- الجبال الالتوائية: وتنشأ من ارتفاع في بعض طبقات القشرة الأرضية نتيجة لضغط رأسي أو جانبي تتجعد له تلك الطبقات، فالأجزاء المحدبة (auticline) من تلك التجعدات تعرف بالجبال الالتوائية، أما المقعرة (Syncline) فتدخل في عداد التضاريس السالبة. والتواء الطبقات إما أن يكون بسيطاً إن حدث التقعر رأسياً إلى أعلى، أو مطرداً إن حدثت تقعرات مائلة متوازية تقريباً، أو مستلقياً (متداعياً) إن كان التقعر شديد الميل بحيث يستلقي على السطح المجانب له، أو مروحياً إن حدثت عدة تقعرات تتقارب في أسفلها وتتباعد في أعلاها. ويحدث الالتواء عادة في سلاسل طويلة كالمجموعة الألبية في أوروبا وآسيا وجبال أطلس في شمال

إفريقية، وقد نشأت هذه المجموعة من أثر ضغوط جانبية من الصخور القديمة شديدة المقاومة والتي تحيط بهذه المجموعة.

وهناك مجموعة التوائية أخرى تشتمل على سلاسل جبل روكي والأنديز والسلاسل الساحلية للأمريكيتين من جهة، وجبال اليابان والعقود الجزرية في شرق آسيا من جهة أخرى.

وقد يكون الالتواء جبالا منفردة مثل جبال أورال القديمة بين أوروبا وآسيا وهي محاطة بطبقات أقدم منها وأشد صلابة وقد يحدث الالتواء في سلاسل متوازية بسيطة الالتواء مثل جبال جورا القديمة بفرنسا، وجبال سنتس (Saints) القديمة المعقدة شديدة الميل في سويسرا.

ومن الالتواء ما يكون قبابيا بركانياً يحدث نتيجة طفح داخلي بدفع الأرض دفعاً رأسياً فترتفع له الطبقات على شكل قبة (Laccolire)، وأشهر أمثلتها جبل هنري في ولاية يونا Utah في غرب الولايات المتحدة وبعض التلال القبابية في مرتفعات اسكتلندا.

٣- الجبال الانكسارية: وتتكون نتيجة لانكسار في طبقات الأرض يصحبه ارتفاع بعض الأجزاء وهبوط في أجزاء أخرى، ويكون الانكسار Fault بسيطاً إذا ظلت الطبقات على نظامها، ويكون أخدوديا إذا حدث هبوط بين جانبي الانكسار، وفي هذه الحالة يعرف الجزء الهابط بالوادي الانكساري، وتعرف جوانبه العالية بالجبال الانكسارية وتسمى هورست

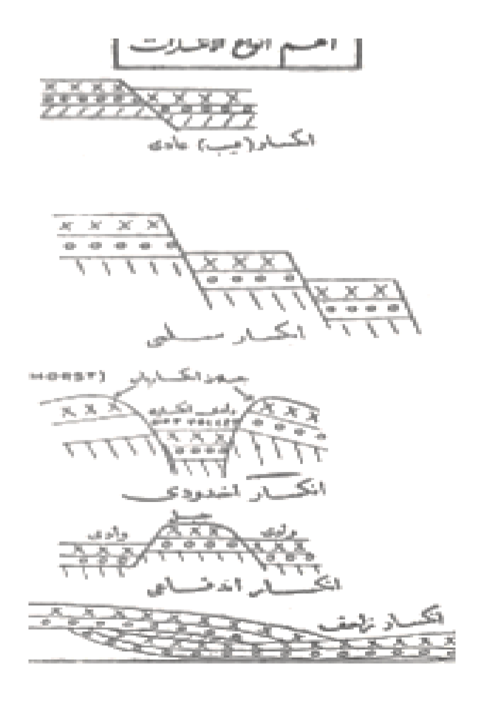
(Horst)، ومن أشهر أمثلة ذلك جبال فوج والغابة السوداء في أوروبا، والسلاسل الجبلية المحيطة بالبحر الأحمر وبقية أجزاء الأخدود الإفريقي.

وقد يكون الانكسار زاحفا إذا زحفت بعض الطبقات فوق البعض الآخر. أما إذا ارتفعت كتلة من الأرض عما حولها عرفت بالكتلة الجبلية الانكسارية (block mountain) مثل شبه جزيرة كوريا، فهي تعتبر (هورست) يقوم بين مساحات مغمورة تحت سطح الماء، بين البحر الأصفر وبحر اليابان.

٤- جبال التعرية: وهي التي تناولتها عوامل التعرية المختلفة فغيرت من معالمها وأشكالها تغييراً تاماً، وأزالت طبقاتها المحدبة وجعلت منها سهولا مقعرة بينما ظلت الطبقات القوية بارزة. ومن أمثلتها جبال أبلاش في ولاية بنسلفانيا بشرق الولايات المتحدة، ومرتفعات أستراليا الشرقية، وتلال تبستي في الصحراء الكبرى بإفريقية.

وتنتمي كثير من جبال العالم القديمة إلى هذا النوع من جبال التعرية (Relicr mountain).

٥- وهناك ما يعرف باسم الجبال المتخلفة (Residual) وتتكون نتيجة تقطع الهضاب بواسطة الأنهار فتحدث فيها أودية عميقة وتترك حولها نتوءاً على أشكال هرمية، مثل كثير من مرتفعات اسكتلندة وشمال إنجلترا ويكون سطحها عادة غير منتظم لاختلاف قوة مقاومة الصخور لعوامل التآكل.



ثانياً: الهضاب: وتختلف عن الجبال باستواء سطحها مع ارتفاع وبعمق أوديتها. وقد تقوم فوق الهضاب جبال كما في هضبة الحبشة والهضبة الاستوائية، وتشبه الهضاب الجبال في ظروف تكوينها، فمنها الالتوائية التي نشأت في مناطق المجموعات الالتوائية التي ذكرت من قبل كهضبة التبت وهضبة بامير وهضبة إيران في آسيا، وهضبة كيتو وهضبة بوليفيا بأمريكا الجنوبية، والهضاب المحصورة بين سلاسل روكي والسلاسل الساحلية في غرب أمريكا الشمالية.

ومنها هضاب التعرية وهي هضاب قديمة تناولتها عوامل التعرية طويلا بالنحت والتبديل، مثل هضبة برادور وهضبة آليجابي وجزء كبير من هضبة المكسيك في أمريكا الشمالية والوسطى. ومثل هضاب أوروبا

الوسطى مثل هضبة فرنسا الوسطى وهضبة المزيتا بشبه جزيرة أيبريا وهضبة بوهيميا في جنوب ألمانياو هضبة رودوب في البلقان. ومثل هضبة البرازيل وهضبة جيانا في أمريكا الجنوبية، وهضبة منغوليا والهضبة الصينية وهضبة الدكن في آسيا، والهضبة الاستوائية وهضبة تاسالي بالصحراء الكبرى في إفريقية. وهناك نوع آخر من الهضاب وهو هضاب التراكم البركانية وأشهر أمثلتها هضبة الحبشة.

التضاريس السالبة

تتمثل التضاريس السالبة في المنخفضات والفجوات والشقوق التي توجد في سطح الأرض وتنقسم إلى:

أولا: السهول وتتكون من أرض واسعة مستوية قد تكون دون مستوى سطح البحر أو قد تكون في مستواه أو قد ترتفع عنه بقدر يسير لا يزيد عادة على خمسمائة متر، فإن زادت على ذلك دخلت في عداد الهضاب. ومن السهول ما يكون خصيبا زراعيا، ومنها المروج العشبية والسهوب؛ ويدخل في عدادها أيضا الصحاري بأنواعها المختلفة. وتنقسم السهول تبعا لنشأتها إلى أربعة أنواع نوعان منها ينشآن بعامل الأرساب ونوعان بفعل التعرية والنحات وتلك الأنواع هي:

١- السهول الشاطئية، وتتكون نتيجة إرساب قطع من الصخور فوق قاع البحر عند الشاطئ حتى تعلو عن مستوى سطح البحر؛ وتقع مثل هذه السهول عادة على هوامش القارات، وتنحدر انحدارا تدريجيا نحو

البحر. وقد تتكون هذه السهول من حركة باطنية ترفع بعض الأجزاء الساحلية للقارات فوق مستوى البحر مثل سواحل الولايات المتحدة الشرقية وساحل خليج المكسيك. والواقع أن أغلب سهول العالم العظيمة كانت وقتاً ما سهولاً ساحلية ثم أصبحت داخلية مثل السهل الأوسط لأمريكا الشمالية ومثل السهل السيبيري في آسيا وبعض سهول أوروبا الوسطى

٢- السهول الفضية وتتكون نتيجة لإرساب الأنهار للمواد التي تنحتها من المرتفعات في أحواضها العليا، ويكون الإرساب بطبيعة الحال في المناطق قليلة الانحدار حيث يكون تيار النهر بطيئا فلا يقوى على حمل رواسبه، وعندما يضعف النهر في مجراه الأدنى يحدث الإرساب فوق قاع النهر فيرتفع هذا تدريجيا وفي وقت الفيضان (وأكثر الأنهار ذات نظام فيضي) تتخطى المياه مجرى ذلك النهر وتتخذ مجرى جديداً في أرض أكثر انخفاضاً، ثم يبدأ النهر في رفع مجراه الجديد فوق مستوى الأرض المجاورة، وتتكرر عملية هجر النهر لمجراه وتكوين الشعاب الجديدة في أنحاء واديه وبهذا ينشر النهر رواسبه ويكون سهوله الرسوبية أو قد يكونها في مساحة متصلة كسهل المسيسبي الفيضي العظيم.

ومن أشهر السهول الفيضية سهل مصر الأدنى وسهل لمباردي بإيطاليا وسهل الرون الأدنى بجنوب فرنسا وسهل الكنج بالهند. وسهل الدجلة والفرات بالعراق، وغيرها.

وقد يتكون السهل الرسوبي بتراكم الرواسب في البحيرات فتتكون السهول البحرية (laeustrine) كسهل المجر الذي يرجع أصله إلى بحيرة داخلية كبيرة كان نهر الدانوب ينصرف إليها قبل أن يشق طريقه إلى البحر الأسود بين جبال ترانسلفانيا والبلقان فيما يسمى بالباب الحديدي. فإذا كانت البحيرة قبل امتلائها بالرواسب عذبة أصبح السهل فيضيا خصيبا مثل سهل بحيرة أجاسز (Agassiz) الذي يكون الآن جزءا من أراضي القمح الشهيرة في حوض النهر الأحمر (رد) بأمريكا الشمالية. أما إذا كان ماء البحيرة ملحا تكونت بعد امتلائها أراض صحراوية كالأراضي المحيطة بالبحيرة الملحة الكبرى في الولايات المتحدة وكالأراضي المحيطة ببحر قزوين.

ويمكن أن ندخل في عداد سهول الإرساب تلك السهول التي تتكون نتيجة لإرساب الجليد وتسمى هذه بالسهول الجلدية (Glacial Plains) ففي جنوب كندا وشمال الولايات المتحدة تجمعت الرواسب التي نحتها الجليد من الأنحاء الشمالية سواء من المرتفعات أو من الجهات التي تركها منخفضة فتكونت بها البحيرات العديدة في شمال أمريكا الشمالية. وعندما استقرت الرواسب ملأت الأودية وكست تلك المنطقة بكساء أخفى معالم تضرسها وخشونتها. ويظهر الفرق في ذلك واضحا بين منطقة السهل الجليدي في شمال الولايات المتحدة التي تكاد تخلو من التضرس والنتوء والمنطقة التي تقع في جنوبها والتي تظهر فيها معالم التضرس والخشونة.

٣- سهول التعرية: وتنقسم إلى:

(أ) سهول التعرية وتتكون نتيجة لنحت الأمواج للشاطئ المجاور وتفتت الصخور الشاطئية واكتساحها بفعل الأمواج وبفعل المد والجزر حتى يتكون بذلك رصيف شاطئ يعرف بالسهل البحري.

(ب) سهول النحات (peneplains) وتنشأ نتيجة لعوامل الجو والرياح والأنهار؛ فبتوالي أثر هذه العوامل تتحول الهضاب والجبال إلى سهول تعلو عادة بقدر يسير عن مستوى البحر. وقد تخضع لحركة تكتونية (باطنية) جديدة فترتفع هذه السهول من جديد ويعود تعرضها الشديد لفعل النحات والتعرية. فتتكون منها بذلك سهول أخرى معقدة التركيب. ويمكن تمييز سهول النحات باختلاف طبقاتها السطحية عن بنية الصخور التي تحتها فهي تتكون فوق مناطق من الانكسارات أو من كتل الصخور النارية أو ما إلى ذلك.

ومن أبرز أمثلة سهول النحات: السهل الروسي العظيم بأوروبا، كما أن هناك كثيراً من السهول النحاتية القديمة الضيقة في كثير من أنحاء العالم مثل سهل شمال فرجينيا في شرق الولايات المتحدة.

وفي الجهات القاحلة حيث ينعدم أو يكاد ينعدم أثر الأمطار والأنهار تصبح الرياح أهم عامل في النحات فتنحت الرياح سطح الأرض وتحمل التراب والرمل وترفع المواد الدقيقة منها إلى ارتفاع كبير ثم ترسبها في مساحات واسعة بعيدة. والجهات التي تنحتها الرياح وتعريها تصبح سهولا

صخرية السطح مضرسة بالتلال التي استطاعت مقاومة أثر الرياح. ويبدو أن صحراء كلهاري بجنوب إفريقية من هذا النوع.

ثانياً: الأحواض، وتطلق على كل المنخفضات الواسعة، كما تطلق أحياناً على المنخفضات التي تشغلها البحار والمحيطات، والأحواض التي توجد في القارات تشغلها البحيرات أو السهول التي كانت في الأصل بحيرات، أو السهول التي تكونت بإرساب الرياح، أو السهول التي تكونت بتجمع الرواسب النهرية.

وتختلف أحواض البحيرات فمنها الأحواض الكبيرة التي يرجع تكوينها إلى هبوط في القشرة الأرضية كالحوض العظيم في غرب الولايات المتحدة، وتبلغ مساحته نحو ٢١٠.٠٠٠ ميلا مربعا أي ما يقرب من ثلثي مساحة مصر. وسطح هذا الحوض مقسم إلى أودية وأحواض ثانوية تفصل بينها المرتفعات. والبحيرة الملحة الكبرى (Great salt lake) الواقعة في ولاية يوتا Utah بغرب الولايات المتحدة هي بقية رقعة كبيرة من الماء كانت تعرف ببحيرة (بنفل) وكانت مساحتها تبلغ نحو عشرة أمثال مساحة البحيرة الحالية، وكانت تتصل غرباً بكولومبيا عن طريق نهر (سنيك snake)، وكان ماؤها عذباً فلما تضاءلت الأمطار انخفض مستواها عن طريق اتصالها الغربي وأصبحت تدريجياً مالحة.

وهناك آثار كثيرة لدالات وحواجز ومدرجات نهرية وغيرها على حافة الحوض الحالي تشهد باتصال المجاري النهرية الكثيرة بالبحيرة القديمة،

وتشمل هضاب آسيا الكبيرة وبخاصة فيما بين جبال كوين لن والتاي أحواضاً واسعة داخلية تشبه الحوض العظيم بالولايات المتحدة. وصحراء جوبي ذاته هو حوض قديم لبحر جف وترك بجهاته المنخفضة كثيراً من البحيرات الملحة والمنافع، وفي جنوب آسيا ولاسيما في كثير من جهات هضبة إيران وشبه جزيرة العرب توجد أحواض بعضها جاف وبعضها يشتمل في منخفضاته على بحيرات شديدة الملوحة.

ويقع بحر قزوين في حوض داخلي منخفض كبير، وتبلغ مساحة بحر قزوين ١٧٠ ألف ميلا مربعا أي ما يقرب من نصف مساحة مصر، كما يبلغ عمقه ٣٠٠٠ قدما، وينخفض مستوى سطحه عن مستوى البحر بنحو ٩٠ قدماً، ويبدو أن هذا البحر جزء من خليج قديم كان يمتد إلى المحيط المتجمد الشمالي ثم ارتفعت الأرض بفعل القوى الباطنية فتقلص الخليج. ويبدو أيضاً أن بحيرتي آرال وبلكاش في آسيا أجزاء من ذلك الخليج القديم.

وهناك أيضاً الأحواض والبحيرات التي نشأت في مناطق انكسار في القشرة الأرضية، وتمتاز بطولها وضيقها وارتفاع جوانبها الشديد، وأشهرها الأحواض والبحيرات التي تقع بين جوانب الأخدود الإفريقي بشقيه، الشق الشرقي الذي يمتد مسافة ٤٠٠٠ ميلا ويبدأ من بحيرة نياسا ثم يشمل عدة بحيرات صغيرة أكبرها بحيرة رودلف. ثم يمتد في البحر الأحمر إلى خليج العقبة ثم إلى البحر الميت. ووادي نهر الأردن في فلسطين، والشق الغربي الألبرتي الذي يمتد من نياسا إلى بحيرة ألبرت ويشمل بحيرات تنجانيقا وكيفو

وإدوارد. ويمتاز البحر الميت بشدة ملوحة مياهه بانخفاض مستواه عن مستوى سطح البحر بنحو ١٣٠٠ قدما.

وهناك أحواض جليدية تشتمل عادة على البحيرات التي يكونها الجليد إما بعامل النحت أو بعامل الإرساب. وتكثر أمثال هذه الأحواض والبحيرات في المناطق التي كانت مغطاة بالجليد كما في كندا وشمال أوروبا ووسطها كما توجد في المناطق الجبلية كبحيرات إيطاليا الشمالية وبحيرات سويسرة. وتكثر حول تلك البحيرات الرواسب الجليدية التي تعرف (بالركام). وتدل الدلائل على أن حوض البحيرات العظمى (اللورنسية) في أمريكا الشمالية كان قديما مغطى بطبقة من الجليد يظهر أثرها حاليا في شواطئ وجزر تلك البحيرات، بينما تدل بقايا الحيوانات البحرية في هذا الحوض التي تظهر على شواطئ بعض البحيرات كبحيرة أنتاريو وشامبلير على أنها كانت تكون مع الحوض الأدنى لنهر سنت لورنس خليجا كبيراً يتصل بالبحر بواسطة خليج سنت لورنس الحالي.

وأخيراً هناك أحواض تشتمل على بحيرات أصلها فوهات لبراكين جامدة أو منخفضات كونها تراكم المقذوفات البركانية. وتمتاز هذه بصغرها نسبياً وبشكلها المستدير تقريباً. وبارتفاعها وشدة انحدار جوانبها. ومن أمثلة هذه الأحواض حوض بحيرة الكأس (Carier lake في جنوب ولاية أورجن Oregon الواقعة شمالي ولاية كليفورنيا في غرب الولايات المتحدة وحوض بحيرة ألبانو (Albano) وبحيرة أفرنو (Averno) في إيطاليا. وبحيرة

لاتشر (Laacher) في ألمانيا. وبحيرة تاوبو (Taopo) في جزائر زيلندة الجديدة وبحيرة تتسكاكا بين بيرو شبلي في أمريكا الجنوبية.

ثالثا: الأودية، وهي انخفاضات طويلة ضيقة تخترق للجهات الجبلية أو السهلية، وتختلف أنواعها تبعا لعوامل تكوينها، ولذا يمكن التمييز بين الأودية الآتية:

(أ) أودية التعرية: وهي إما مائية كونتها الأنهار أو جليدية كونتها الثلاجات أو صحراوية كونتها الرياح.

(ب) الأودية الالتوائية التي تكونت نتيجة لالتواء الطبقات المحيطة بها، وقد يرتفع الوادي إلى ١٠٠٠ مترا أو أكثر، ولكنه ينخفض عن الجهات المحيطة به نسبياً، مثل أودية جبال روكيو الأنديز والألب وغيرها وحيث يصل وادي نهر كبير إلى شاطئ البحر قد يمتد في بعض الحالات من داخل اليابس إلى البحر على شكل مصب خليجي أو خليج، ومثل هذه الألسن تحتل ما يعرف بالأودية الغارقة؛ مثل الأودية الدنيا لنهر سنت لورنس ونهر هدسن ومثل خليج سان فرنسيسكو بأمريكا الشمالية ومثل المصبات الخليجية لنهر تيمس وسفرن ومرزى وهمبرا إنجلترا وكليدوفورت باسكتلندا.

أما الأودية التي تنخفض بانحدار طويل مستمر إلى البحر فتعرف بالأودية المنحدرة وأشهر أمثلتها مجموعة الخلجان بالركن الشمالي الغربي

لإسبانيا، وبساحل أيرلندة الجنوبي الغربي، وتتكون مثله هذه الأودية نتيجة لهبوط نالها عند السواحل.

جـ- أما الأودية العميقة الضيقة التي توجد في أطراف الهضاب القديمة فتعرف باسم الفيوردات Fiords ويعزى تكوينها إلى نحت الجليد المنحدر على أطراف تلك الهضاب على أن من المحتمل أن تكون الفيوردات أقدم من الجليد الذي شكلها فتعزى في هذه الحالة إلى تكسر أطراف الهضاب القديمة وفي الغالب يكون للعاملين مجتمعين أثرهما في تكوين الفيوردات وأشهر أمثلتها فيوردات ساحل النرويج بأوروبا وساحل شبلي الجنوبي بأمريكا الجنوبية.

د- أما الأودية الانكسارية العميقة والأخاديد فتتكون نتيجة للحركات الأرضية، حيث تهبط بعض أجزاء القشرة الأرضية بين انكسارات مستطيلة متوازية مثل الأودية التي نشأت في الأخدود الأفريقي بشقيه. ومثل الأودية الانكسارية التي تمتد في الجزء الشمالي الغربي من الحوض العظيم بغرب الولايات المتحدة، ومن أشهرها أودية ولاية أورجن وولاية كليفورنيا وولاية نفادا وبعض أودية المكسيك. ويعتبر خليج سبنسر بأستراليا ووادي تيان شان القديم من الأودية الانكسارية.

الغلاف المائي

تشغل مياه المحيطات والبحار المنخفضات الكبيرة التي نشأت من تضرس المرحلة الأولى الأرضية. ويشغل الماء أكثر من ٧٠% من سطح

الأرض وتبلغ نسبة الماء في نصف الكرة الشمالي ٦٨% أي أكثر من ثلثيه. وفي نصف الكرة الجنوبي ٨٣% أي أكثر من أربعة أخماسه. ويطلق الغلاف المائي عادة على رقعة البحار والمحيطات ويدخل في عداده الأنهار والبحيرات.

وتقاس أعماق البحار والمحطات بالأمتار أو بالقامة – وهي ضعف المتر – ومن ذلك ترسم الخرائط لخطوط الأعماق المتساوية للبحار والمحيطات. ويبلغ متوسط عمق الغلاف المائي ٣٥٠٠ مترا؛ وتوجد مناطق يزيد عمقها على ٩٠٠ مترا كما في جنوب جزائر الفلبين.

ويطلق اسم "الرصيف القاري" على الأراضي التي تنحدر ببطء من الشواطئ إلى داخل البحار حتى يبلغ عمقها نحو مائتي متر وقد تمتد إلى نحو ١٠٠ ك. م.

وتقدر درجة حرارة سطح الغلاف المائي بنحو ٢٧º مئوية في الجهات الاستوائية و٢ درجة تحت الصفر في الجهات القطبية، ويتجمد الماء فوق السطح فقط، ولا تقل درجة حرارة الماء تحت الطبقة السطحية المتجمدة عن ٤º مئوية في العادة، وتظل كذلك حتى عمق ٢٠٠٠ مترا تقريباً مما يساعد على احتفاظ الحيوانات البحرية بحياتها في هذه الأعماق.

وتنشأ ملوحة البحار مما تذيبه مياه الأمطار والأنهار من الصخور والمعادن وما يحدث من تفاعلات كيميائية بين الأملاح المختلفة تساعد على حدوثها الأحياء المائية.

وتحسب درجة ملوحة مياه البحار بوحدة من الألف وترسم خرائط لخطوط الملوحة المتساوية، ويبلغ متوسط درجة ملوحة مياه البحار والمحيطات ٣٥ في الألف، وتبلغ درجة ملوحة مياه البحر الميت ٢٥٠ في الألف، ومن أقل البحار ملوحة البحر الأسود (١٨ في الألف) وبحر بلطيق (١٢ في الألف).

ويتغير لون مياه البحار تبعاً لمقدار الملوحة فيميل لون المياه الباردة قليلة الملوحة إلى الاخضرار، كما يتغير اللون تبعاً للمواد العالقة بالمياه وللون السماء، والغالب على لون المياه البحرية هو الزرقة.

ويمكن أن نميز في الغلاف المائي بين ما يأتي:

١- المحيطات الواسعة وهي المحيط الهادي وتبلغ مساحته ٥٥ مليون ميلا مربعا، والمحيط الأطلنطي (أو الأطلسي) وتبلغ مساحته ٣٣ مليون ميلا مربعا، والمحيط الهندي ١٧ مليون ميلا مربعا، والمحيط الجنوبي (٣٠ مليون ميلا مربعا)، والمحيط المتجمد الشمالي هو أقل المحيطات مساحة.

٢- البحار الخارجية وهي التي تتصل بالمحيطات بفتحات كبيرة مثل بحر الشمال وبحر المانش في أوروبا والبحر الكاريبي في شمال أمريكا الجنوبية وهي تخضع لما تخضع له المحيطات من تأثيرات في درجة الحرارة ودرجة الملوحة وفي حركات المياه وفي أحيائها المائية.

٣- البحار الداخلية التي تتصل بالمحيطات بفتحات ضيقة مثل البحر المتوسط وبحر بلطيق والبحر الأحمر وهي لم تستغرق في تكوينها فترات جيولوجية طويلة كالمحيطات والبحار الخارجية كما أنها تخضع لمؤثراتها الخاصة المختلفة.

٤- البحار الداخلية المغلقة وهي التي ليس لهما أي اتصال بالمحيطات أو البحار الأخرى.

٥- حركات سطح الماء: وهي تتمثل بوجه خاص في الأمواج وفي المد والجزر وفي التيارات البحرية فأما الأمواج فهي حركات محلية للماء تنشأ من تضاغط الغلاف الجوي وقد تنشأ بفعل الثوران البركاني أو بفعل الزلازل أو الزوابع وقد يصل ارتفاع الموجة الشديدة إلى عشرة أمتار أو أكثر.

أما حركات المد والجزر فهي – كما أشير إليه عند التحدث عن القمر – تتمثل في ارتفاع مستوى سطح الماء في البحر وانخفاضه. وتنشأ من قوة جاذبية القمر للأرض باعتباره أقرب الأجرام السماوية، ويساعد هذه القوة قوة جاذبية الشمس. ويحدث المد في المحيطات والبحار المفتوحة مرتين كل يوم تقريباً. وتأثير المد على الشواطئ المنبسطة ضئيل قد لا يتجاوز ارتفاع الماء فيه ثلاثة أمتار، أما في الخلجان الضيقة المفتوحة فقد يصل الفرق بين ارتفاع الماء وانخفاضه إلى ١٢ متراً أو أكثر فيساعد السفن

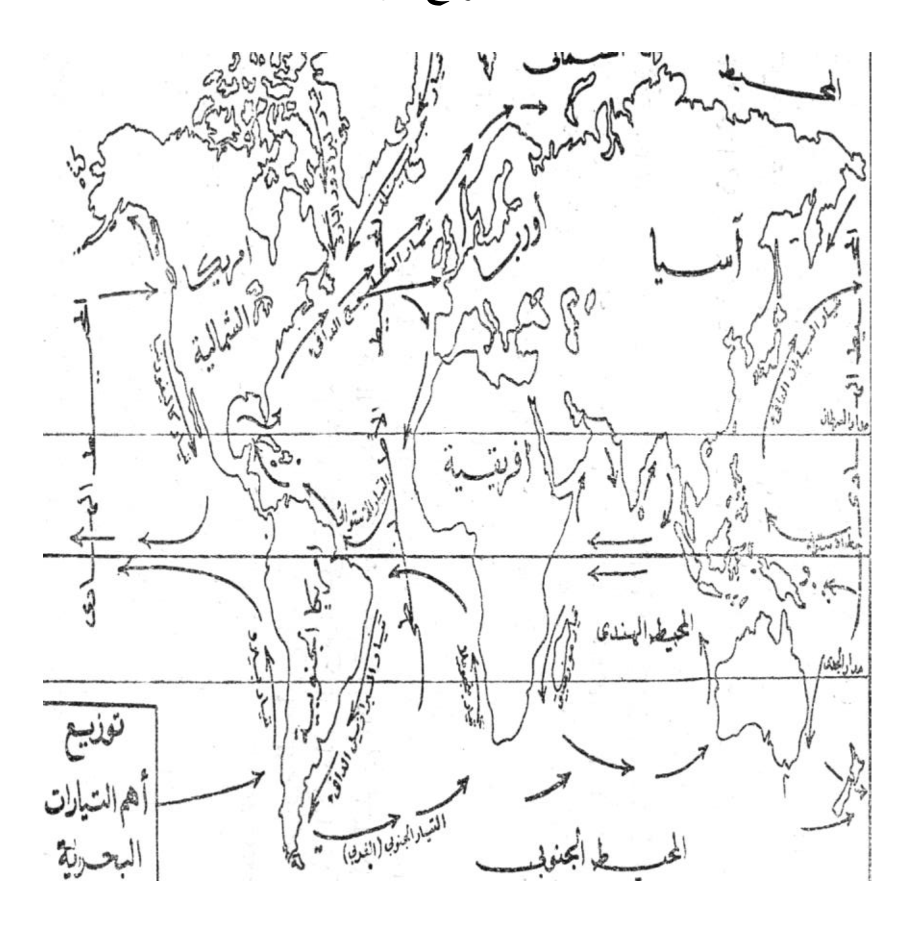
على الدخول إليها وقت المد والخروج منها في حالة الجزر بعد انحسار المياه.

وأما التيارات البحرية فهي على هيئة بحار مائية وسط مياه المحيطات تنتقل فيها من الجهات الحارة أو الباردة، يمكن تمييزها بشكل واضح إن كانت سريعة أو كانت تحمل أجساماً طافية وقد تصل سرعتها إلى أكثر من ١٠ ك. م في الساعة وتقل سرعتها عند اصطدامها باليابس، ولا يصل تأثيرها إلى أكثر من مائتي متر في المحيطات، وتتجه التيارات فيها من الجهات الباردة إلى خط الاستواء وبالعكس، وتطفو عادة التيارات الدفيئة فوق التيارات البادرة عند تقابلها. وتنشأ التيارات البحرية بفعل الرياح أو بسبب اختلاف درجات حرارة السطوح المائية وتمددها في جانب دون الآخر، وقد تنشأ من سقوط الأمطار الغزيرة على بعض أجزاء البحر أو انصباب مياه الفيضان للأنهار أو الثلوج الذائبة من جبال الجليد الطافية أو من الغطاءات الجليدية هذا فضلاً عن عامل المد والجزر.

ويشترك عادة أكثر من عامل من هذه العوامل في تكوين تلك التيارات، وتتأثر السواحل بدرجة حرارة التيارات البحرية فتيار الخليج مثلاً يسبب الدفء في السواحل الشمالية الغربية لأوروبا، ومثل هذا الأثر يحدثه التيار الياباني في سواحل اليابان في شرق آسيا بينما يقلل تيار كاليفورنيا من درجة الحرارة في ساحل شبه الجزيرة في غرب أمريكا. والتيارات الدفيئة تساعد على زيادة الرطوبة في الرياح السائدة كما تساعد على إسقاط

الأمطار وإذابة الثلوج وصلاحية الموانى للملاحة في الجهات التي تمر بها تلك التيارات.

ويمكن ملاحظة توزيع أهم التيارات البحرية في العالم في الخريطة المبينة واستنباط أثر الرياح التجارية والرياح الغربية والرياح القطبية في توجيهها. وللمحيط الهندي نظام خاص في اتجاه تياراته شمالي خط الاستواء فهي تتبع اتجاه عقارب الساعة في الصيف كما يظهر في الخريطة وعكس هذا الاتجاه شتاء وذلك بسبب اختلاف اتجاه الرياح الموسمية بين الصيف والشتاء.



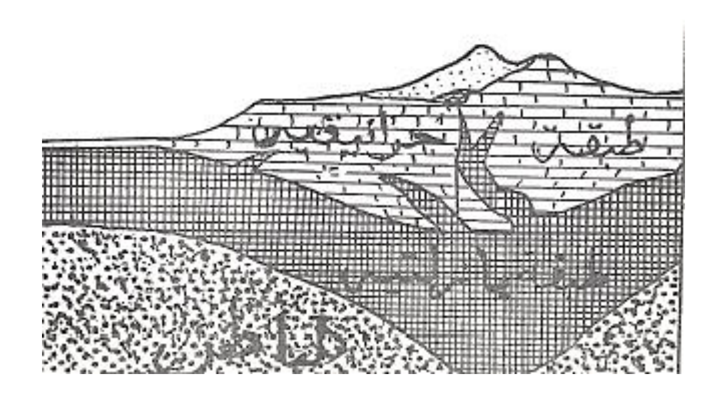
من ذلك نرى أن القشرة الأرضية يابسها وماءها في حالة حركة دائبة لا تهدأ أو تستكين بل تعمل بصفة مستمرة على تغيير ملامحها وتبديل معالم سطح للأرض. غير أن للأرض انفعالات وثورات عنيفة يضطرم بها قلبها الكبير فيبدو على وجهها آثار أشبه شيء بالآثار التي تبدو على وجه الإنسان عندما تختلج نفسه بمختلف العواطف وشتى الأحاسيس، فإن ما يتناول وجه الأرض من تضرس وتجعد هو مظهر من مظاهر حيوية الأرض ونشاطها فلنتعرف أولاً على تركيب القشرة الأرضية ثم على ما تتأثر به من انفعالات باطنية وانفعالات ظاهرية للأرض.

الباب السادس

تركيب القشرة الأرضية

تتألف القشرة الأرضية من صخور متماسكة تكون الجزء الأساسي للغلاف الأرضي، وتعرف باسم "الفراشة الصخرية bed-rock وهذه الصخور مغطاة عادة بطبقات من مواد مفككة كالصلصال clay والرمل sand والطفل loam والحصى pebbles ويطلق عليها اسم "الكساء الصخري mante-rock". وعندما تتحلل السطوح الخارجية لتلك الطبقات فإن ما يتحلل منها تحللا جزئيا يعرف "بالتربة التحتية Sub- soil وما يتحلل منها تحللا تاما لشدة تعرضه لعوامل التعرية يعرف (بالتربة Soil).

وتنقسم صخور القشرة الأرضية إلى نوعين أساسيين:



١- الصخور الأولية التي تكونت من تجمد المواد التي كانت منصهرة والتي كانت تعاني ضغطاً شديداً أو حرارة مرتفعة جعلاها من المرونة بحيث نظمت جزيئاتها نفسها على شكل بلورات معدنية.

٢- الصخور الثانوية وهي التي تكونت نتيجة تفتت الصخور الأولية ثم خضوعها لعوامل الإرساب والضغط.

وتنقسم الصخور الأولية إلى ثلاث مجموعات. الأولى ما يعرف بالحمم أو اللافا Lava وهي الصخور المنصهرة التي تخرجها البراكين وتسمى بالصخور الطفحية، والثانية الطبقات أو الكتل التي تكونت وهي في حالة الانصهار داخل الشقوق والكهوف في الصخور الأخرى ثم بردت وتجمدت.

وتبدو هذه الطبقات إما أفقية (sills) أو رأسية (dykes) أو على شكل عدسات Laccobtes والثالثة ما يعرف بالصخور البلوطونية (Plutonic) نسبة إلى الإله اليوناني القديم بلوطو (إله العالم الأسفل). وهي التي تكونت في أعماق كبيرة تحت سطح الأرض، ولذا فإنها بردت وتجمدت ببطء شديد وتحت ضغط شديد فتجمدت جزيئاتها على شكل بلورات معدنية. وأهم أنواع الصخور البلوطونية المعروفة الجرانيت، وهو يتكون من ثلاثة عناصر معدنية وهي:

(١) الكوارتز Quartz ويتألف من حبيبات صغيرة مكونة من مواد زجاجية الشكل شديدة الصلابة.

(٢) والفلسبار feldspar ويتألف من بلورات معدنية أكبر من الأولى وذات لون قرمزي أو رمادي أو أبيض وهي تتكسر على شكل أجزاء مسطحة ناعمة ويمكن أن تخدش بمبراة حادة.

(٣) الميكا mica ويتألف من قشور معدنية ذات لون أبيض أو أسود أو أسمر ويمكن أن تقشرها المبراة إلى قشور ذات مرونة.

والخليط من الفلسبار والميكا يعرف باسم السينيت Synite وهو من النوع الشائع في مصر، ويميل إلى اللون الأحمر أو الأسود وينتشر عند أسوان، كما أنه يعترض مجرى النيل في بعض أجزائه على شكل جنادل.

ويختلف لون الجرانيت باختلاف نسب العناصر التي تكونه، فإذا كثرت الميكا كان قريباً من اللون الأسود، وإذا كثر الفلسبار كان لونه مائلاً إلى الاحمرار، وإذا زادت نسبة الكوارتز كان أميل إلى اللون الأبيض.

وتتكون الصخور البلوطونية الأخرى من مركبات معدنية مختلفة تتشابه في كونها مركبة من بلورات، وفي أنها عادة ذات حبات خشنة يمكن أن ترى جزيئاتها منفصلة بالعين المجردة، وهي لا يمكن أن تحتوي على الزجاج الطبيعي الذي يوجد في الحمم البركاني. وأهم صخور هذا النوع الطفحي هو البازلت Basalt فأجزاؤه متشابهه وليس لذراته أي تركيب بلوري لأنها لم تعط الوقت الكافي للتبلور كما في حالة الجرانيت.

وتتكون الصخور الثانوية أو الرسوبية من تفتيت الصخور الأولية بفعل الجو والحرارة والصقيع والرياح والأمطار والمياه الجارية، ثم إرسابها عادة على ثلاثة أشكال، فالحبات الكبيرة تترسب على شكل طبقات رملية وتتكون عادة من حبات من الكوارتز، فإذا تماسكت الحبات بعضها ببعض تماسكا شديداً فإنها تكون الصخور الرملية (Sandstone)، وأهم عوامل التماسك مواد من الصلصال أو الجير أو السيلكا أو الحديد، وتلك هي التي تكسب الصخور الرملية ألوان المائل للاحمرار.

أما القطع المفتتة الكبيرة فإنها تكون طبقات من الحصى يمتلئ الفراغ الذي يحدث في ثناياها بحبات رملية، فإذا تلاصقت هذه المواد مسكونة صخراً فإنه يعرف بالصخر المتجمع (Conglomerare) وإذا كان الحصى الكبير ذا زوايا عرف باسم الدبش brecca وترسب أدق المواد على شكل طمي فإذا جف تحول إلى صلصال Clay" وتبلع جزيئات الصلصال من الدقة بحيث يكون مرنا إذا هو بلل بالماء، كما يمكن تشكيله بالأصابع بسهولة، بينما يتفكك الرمل إذا بلل بالماء نظراً لأن حبيباته كبيرة الحجم.

وتتكون بعض طبقات الصلصال من فتات الكوارتز الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة، كما يتكون أغلب أنواع الصلصال بما في ذلك ما يدخل منه في صناعة الفخار والطوب من جزيئات صغيرة من الكاولين المعدني الذي يتألف من معدن الألومونيوم متحداً مع السيلكون والأكسجين، بينما يتألف الكوارتز من السيلكا فقط أي من السيلكون متحداً مع الأكسجين.

والطفل (loam) خليط من الرمل والصلصال، فإن اختلطت به مواد نباتية كون تربة خصيبة تعرف بالتربة العضوية (humus) وتذوب بعض المواد التي تتكون من تحلل الصخور الأولية في الماء، وتحملها المياه، فإن تبخر الماء رسبت على شكل طبقات مثل طبقات الملح الصخري أو الجبس (سلفات الجير). أما كربونات الجير الذائبة في الماء فتستخرجها النباتات والحيوانات وتستعملها في بناء جذوعها وهياكلها وأصدافها، فإذا ما هلكت رسبت هذه المادة في قيعان البحار أو البحيرات أو الأنهار.

وينشأ الحجر الجيري من تجمع القواقع وأصداف الأسماك وهياكل المرجان والأعشاب البحرية الكلسية. ولا ترسب المواد الكلسية دائماً على شكل طبقات من الحجر الجيري البحت بل تكون عادة ممتزجة بالصلصال وتعرف عندئذ باسم كربونات الجير الصلصالي (marl) وهو مخصب للأرض ويميل إلى اللون الأبيض ويوجد في قيعان بعض البرك والبحيرات.

ويتكون الطمي الأسود (peat) من بقايا المواد النباتية الهالكة تحت سطح الماء ويتراكم في البحيرات إلى عمق عدة أقدام، وتتماسك أحيانا الطبقات المفككة المكونة من الرمل والصلصال ومجمعات الأصداف مكونة صخراً تحت تأثير ضغط الطبقات التي فوقها وتخلخل الماء الذي يعمل برواسبه على تماسك تلك الطبقات.

وتتميز الصخور الثانوية أو الرسوبية Sedimentary عن الصخور الأولية بصفات أساسية ثلاث:

١– أن الصخور الثانوية تتكون عادة من قطع متماسكة كما يلاحظ عند فحص أي طبقة من الحصى تحيط بحفرة، أو أي قطعة من الصخر الرملي.

٢– وهي على شكل طبقات لذا تعرف بالصخور الطباقية Stratified

٣– ثم إنها تحتوي غالباً على بقايا الحيوانات والنباتات (الحفريات fossils) التي كانت تعيش أثناء تكون تلك الطبقات، وهذه البقايا تدل على عمر الطبقات، كما تدل على الأحوال الطبيعية التي تكونت فيها الطبقات من يابس أو ماء، ثم هي تدل كذلك على الأحوال المناخية التي كانت تسود وقت تكوينها.

وهناك مجموعة أخرى من الصخور تقع بين الأولية والثانوية وتعرف بالصخور المتحولة Metamorphic وقد يحدث تحول الصخور نتيجة لأثر الضغط الشديد الذي يحدث أثناء حركات القشرة الأرضية فيغير الصخور تغييراً تاماً، كتحويل الصلصال إلى إردواز. وقد يكون التحول نتيجة لفعل الحرارة الشديدة التي تنشأ من اتصال صخور منصهرة كالحمم فاضت حول الصخر المتحول أو دخلت في ثناياه على شكل طباقي كالطبقات الأفقية Dykes وتتحول الصخور في هذه الأوضاع إلى صلابة شديدة وقد تتبلور ويعرف هذا التحول بالتحول الاتصالي Contract metsmorphism.

وقد تتحول الصخور نتيجة لاجتماع الحرارة الشديدة والضغط الشديد ويؤدي هذا إلى تغير تام في موادها حتى أن طبقات كبيرة من الصخور قد تصبح متبلورة كالصخور الأولية، وتنتظم عادة المواد المعدنية التي تتكون نتيجة لذلك في شكل طبقات دقيقة متوازية كما في حالة النايس والشست. ويتكون النايس من نفس المواد المعدنية التي يكون منها الجرانيت ولكن يختلف عنه بترتيب هذه المواد في طبقات متتالية، وهذا الترتيب يشبه ترتيب الطبقات في الصخور الثانوية ولذا فقد أطلق على الصخور المتحولة اسم صخور الانتقال لأنها تشمل في الظاهر خواص الصخور الأولية والصخور الثانوية.

أنواع التربة

أما التربة وهي من أهم المواد التي تساهم في ثروة الإقليم فعلى نوعين: التربة المحلية local، والتربة المنقولة transported.

وتتكون التربة المحلية من تفكك مواد الصخور وتجمعها في المكان ذاته، وعلى هذا تتوقف التربة المحلية على طبيعة الصخور الموجودة، فحيث تتكون الصخور من مواد معدنية تكون التربة غنية وفيرة الغذاء للنبات فالصخور البركانية التي تحتوي مثلاً على الجير وفوسفات الجير والصودا والبوتاس تتكون من فتاتها تربات غنية بموادها الغذائية للنبات.

أما الصخور التي تتكون خاصة من السليكا كالصخور الرملية فتنشأ تربتها فقيرة قاحلة ولو أن مثل هذه التربة قد تفيد في حالة الرعي. وتعتبر

الصخور النارية التي تحتوي على كثير من الجير والفوسفات كنوزاً من الغذاء النباتي، ولذا كانت السفوح السفلية للأقاليم التي تنتشر بها مخلفات الصخور البركانية – كما عند فيزوف – على جانب كبير من الخصوبة، وكذلك تتكون من الصخور الجيرية تربات غنية ولو أنها تكون عادة رقيقة لأن الحجر الجيري قابل للذوبان في ماء المطر ولاسيما وأن هذا الماء يحتوي على حامض الكربونيك. وعلى ذلك فأغلب الصخر يزول بالإذابة وتبقى الكميات الصغيرة من المواد الأقل قابلية للذوبان على شكل طبقات رقيقة تتحلل بالتدريج مكونة تربة غنية عادة ذات لون أحمر داكن لما يشوبها من صدأ الحديد، والتربات المكونة من الحجر الجيري في السهول وفوق المرتفعات تكون عرضة للجفاف، ولذا كانت ذات قيمة رعوية عظيمة.

أما التربات المنقولة فإن موادها مشتقة من صخور بعيدة نقلت إلى مكانها الجديد بواسطة الرياح أو الماء أو الجليد، وتلك التربات لا يتوقف تركيبها على طبيعة الصخور المكونة للإقليم ذاته، ومن أشهرها التربة المعروفة باسم اللويس (loess).

تربة اللويس

وأهم عامل في نقلها هو الرياح التي كونتها على شكل طبقات من مواد بين الرمل والصلصال الناعم في دقتها، حملتها من الجهات القاحلة أو شبه الصحراوية، وأرسبتها على هوامش تلك الجهات حيث اختلطت كما يذكر الباحث الألماني "رختهوفن Richrhofen بالحشائش وجذوعها

الهالكة فتكونت رواسب سميكة يزداد سمكها عندما تسقط عليها الأمطار، فيبلغ في كثير من جهات الصين الشمالية الغربية ٣٠٠٠ قدما حيث تنتشر تربة اللويس في مساحة تزيد على ٢٠٠ ألف ميلا مربعا في وادي الهوانجهو. وهذه التربة خصيبة ولكنها كثيرة المسام وتحتاج إلى مواتير للري حتى تصلح للزراعة، فإن انعدم الماء وكان السطح عاليا سهل للرياح حملها مرة أخرى.

ومن مميزات تربة اللويس في الصين أنها على الرغم من كونها ناعمة فهي توجد في طبقات رأسية تشبه الحوائط، وتوجد تربة اللويس أيضا في وادي الربن، وفي وادي الدانوب، وفي جهات الإستبس وبخاصة في منطقة الأرض السوداء بأوروبا حيث أرسبتها الرياح عندما كان جو أوروبا في فترة من فترات الجفاف. كما توجد أيضا في منطقة البراري، وفي جزء من حوض نهر المسيسبي، وفي شبه جزيرة ألاسكا بأمريكا الشمالية، وفي منطقة سهول البمباس في أمريكا الجنوبية، على أنها في كل تلك الجهات لم تبلغ ما بلغته من سمك كبير في الصين، فهي من أبرز المظاهر التي ساعدت على قيام النشاط الزراعي في الصين حتى يعزو البعض مدنية الصين القديمة إلى تربة اللويس.

والتربة المنقولة تكونها أيضا الأنهار فهي تحمل الرواسب التي تتكون بفعل الأمطار عند المنابع وبفعل مياه الأنهار في قيعانها وجوانبها، ثم ترسبها تباعاً عندما يضعف التيار فتتكون من تلك المواد السهول الرسوبية والدالات، وقد تكونت أغلب السهول الرسوبية في العالم – ومن بينها

السهول المصرية – من مثل تلك الرواسب المنقولة، وقد تتكون التربة المنقولة كذلك بفعل الجليد من الركام الجليدية التي تتألف من الرمال والحصا والصين والصلصال والدبش. والمعروف أن الجليد ساهم مع الرياح في تكوين تربة اللويس في بعض الجهات الرطبة في أوروبا وأمريكا الشمالية.

ويمكن تقسيم التربة من حيث المؤثرات المناخية إلى عدة أقسام من أهمها:

١– تربة التندرا حيث شدة البرودة والجفاف ويغلب عليها العنصر الحمضي.

٢– التربة التي تنمو بها الغابات الباردة وتعرف بتربة بدسل podsol حيث شدة البرودة شتاء وسقوط الأمطار وذوبان الجليد صيفاً، وهي تربة غير مسامية كثيرة المواد الهالكة نادرة المعادن.

٣– التربة السمراء في الجهات المعتدلة في الحرارة والأمطار وهي عضوية خصيبة وتنمو بها الغابات النفضية، وكانت المهد الأول للزراعة في أوروبا.

٤– التربة الحمراء وتعرف باللاتريت Laterite وتوجد في الجهات الحارة والاستوائية، وهي تضرب إلى اللون الأحمر لكثرة ما بها من أكاسيد الحديد، وتنمو بها الغابات المدارية. وكثيراً ما تنقل الرياح أو المياه الجارية أو الجليد أنواعاً من التربة من جهة إلى جهة أخرى مثل التربة المصرية.

ذلك إذن هو الكساء الأرضي الذي يختزن أسباب النماء وموارد الغذاء فيساهم مساهمة جدية في نشوء الحياة على سطح الأرض، كما أنه في حد ذاته مظهر من مظاهر حياة الأرض لما يحدث فيه باستمرار من تبدل وتغيير. ويجدر بنا بعد ذلك أن نتعرف على انفعالات الأرض الباطنية والظاهرية التي تؤثر في معالم سطح الأرض والتي تلعب دوراً خطيراً في حياة الإنسان والحيوان والنبات.

الباب السابع

الانفعالات الباطنية للأرض

هي أشد انفعالات الأرض أثراً وأقواها مظهراً، فما أشد هولا للإنسان من أن يرى أمه الكبرى وهي ترتج في بعض أجزائها وتزمجر أو تزلزل وقد تنشق عن جحيم من الحمم كأنه ينطوي على آلاف من أفران صهر المعادن والحجارة، وتقذف بأعمدة هائلة من الدخان والبخار واللهب إلى أجواز الفضاء ثم تهبط فيسيل الحمم المتوهج الأبيض كما تسيل مياه الأنهار، ويتحول رويداً من اللون الأبيض إلى الأحمر القاني. ولا يبرد ويتجمد إلا بعد أن يكون قد اكتسح كل ما صادفه من حرث ونسل فحمل إليه الموت والدمار. تلك هي غضبة الأرض ويا لها من غضبة رهيبة تتضاءل أمامها كل الثورات. وعندها يقف الإنسان مشدوهاً مكتوف الأيدي يسرع إن استطاع إلى أحضان من الأرض أبقى عليه وأكثر أمنا. ثم يتساءل عن سر تلك النوبة التي حاقت بالأرض فلا يدري إلا "بأن ربك أوحى لها".

على الإنسان إزاء مثل تلك الظاهرات التي يشهدها في حياته لا يلبث إن أطال التفكير أن يرى فيها مظهراً من مظاهر الحياة ولكن في أروع صورها وأقساها، وهل للأحياء من صفو لا تشوبه الأكدار. ومن منا يستطيع العيش في هدوء شامل لا تتخلله نوبات الغضب في بعض

الأحايين وهل نجانب الحقيقة إن قلنا إن الأرض هي التي ورثت أبناءها تلك المظاهر وأودعت فيهم المتناقض من مختلف العواطف والمشاعر؟

هذا ولا ننسى أن للأرض تقلبات باطنية (تكتونية) هادئة بطيئة قد تستغرق عصوراً جيولوجية في تغيير ملامح الأرض. ومن أمثلة ما يلاحظ من التغيرات التي تستغرق فترات تاريخية طويلة انخفاض ساحل الإسكندرية عند الميناء الشرقية حتى غمر البحر بعض الآثار القديمة، وهبوط سواحل هولندة عما كانت عليه قديماً ووجود كهوف عالية في ساحل النرويج كونتها قديماً مياه المحيط.

أما انفعالات الأرض الباطنية المفاجئة فتتمثل فيما يعرف بمظاهر البركنة من زلازل وبراكين ونافورات حارة.

الحركات الزلزالية

ترتبط في أغلب الأحيان هزات القشرة الأرضية التي نعبر عنها بالزلازل ارتباطاً كبيراً بما يعتور القشرة الأرضية من تقلبات وضعف، ولهذا فهي تكثر في مناطق الالتواءات أو الانكسارات حيث تتحرك الطبقات الداخلية لحفظ ما عساه أن يحدث فيها من اختلال في التوازن، وهي تقترن أحياناً بارتفاع مستديم أو هبوط مستديم في جزء من أجزاء الأرض ولكن يقتصر أثرها الظاهري في معظم الحالات على ما تحدثه من تخريب وتدمير وانكسارات سطحية.

ففي زلزال سان فرنسيسكو الذي حدث سنة ١٩٠٦، وفي زلزال طوكيو باليابان الذي حدث سنة ١٩٢٣ تكونت شقوق ورضوض ظاهرية كثيرة في جسم الأرض، والحركات التي تنشأ عنها الزلازل لا بد من أن تكون أشد عمقاً في مصدرها مما يبدو من تلك الشقوق.

والزلازل لا ترتبط دائماً بحركات الالتواء أو الانكسار بل قد تحدث نتيجة لثوران البركان الذي تسبقه عادة أو تصحبه، وموجات الاهتزاز في الزلازل تكون من الطول والعمق بحيث لا يمكن تبينها إلا بما تحدثه من آثار نحس بها، فالأرض تميد بما عليها فتتناثر المباني وتنقلب الأشجار، وقد تحدث شقوق وصدوع ثم تلتئم، وقد تتكون بحيرات وقتية ويتكسر الجليد في المناطق الجليدية ويهبط بقوة إلى الأودية وينضب ماء الينابيع والأنهار ثم تعود المياه إلى مجاريها، وقد ترتفع بعض السواحل.

ويبدأ الزلزال عادة على عمق عدة أميال من سطح الأرض، وتنتشر الاهتزازات من مركز الزلزال (focus) الداخلي في كل اتجاه. وتصل الموجات أولا إلى النقطة التي تقع فوق مركز الزلزال مباشرة على سطح الأرض (epicenter). فإذا عرف وقت حدوث الزلزال في جهات مختلفة أمكن في العادة تحديد مكان المركز السطحي وتقدير موضع المركز الداخلي على وجه التقريب، وهو لا يزيد عادة على عمق ثلاثين ميلا. وتقاس قوة الزلازل بواسطة السسموجراف، وترسم خرائط الخطوط والهزات المتساوية soseismal lines فتصل بين الجهات التي تحدث فيها الزلازل بنسب متعادلة.

وقد يتبادر إلى الذهن أن أكثر ما يحدث من تدمير يكون عند المركز السطحي باعتباره أقرب الجهات إلى مركز الزلزال الداخلي، ولكن ليس الأمر دائماً كذلك، فعلى الرغم من أن قوة الزلزال عند المركز السطحي أشد منها في الجهات الأخرى إلا أن الحركة التي تؤثر على هذا المركز تكون حركة رفع أو خفض وهي عادة أقل تدميراً للمباني من الحركات الجانبية.

وإذا تكون مركز الزلزال تحت سطح البحر حدثت في البحر اضطرابات عنيفة وأمواج أشد بكثير مما تحدثه الرياح الهوجاء، وتطغى المياه عادة على الجهات الساحلية المجاورة فيكون أثرها أشد هولا مما تحدثه الزلازل في الجهات الداخلية.

ومن أشهر الزلازل التاريخية الحديثة زلزال لشبونة سنة ١٧٧٥ وقتل فيه نحو ٦٠ ألف شخص؛ وزلزال فنزويلا بأمريكا الجنوبية سنة ١٨٧٥ وقتل فيه نحو ١٥ ألف شخص، وزلزال سان فرنسيسكو بغرب أمريكا الشمالية سنة ١٩٠٦ وقتل فيه نحو ٧٠٠ شخص، وزلزال جنوب إيطاليا سنة ١٩٠٨ وقتل فيه نحو ٧٥ ألف شخص؛ وزلزال الصين سنة ١٩٢٠ وقتل فيه نحو ١٨٠ ألف شخص؛ وزلزال طوكيو باليابان سنة ١٩٢٣ وقتل فيه نحو ١٤٠ ألف شخص، وزلزال الهند سنة ١٩٣٥ وقتل فيه نحو ٦٠ ألف شخص؛ وزلزال تركيا سنة ١٩٣٩ وقتل فيه نحو ٢٣ ألف شخص، وزلزال أجادير بالمغرب سنة ١٩٦١ وقتل فيه نحو ١٢ ألف شخص، وزلزال إيران سنة ١٩٦٢ وقتل فيه نحو ١٠ ألف شخص، وزلزال غرب تركيا سنة ١٩٦٦.

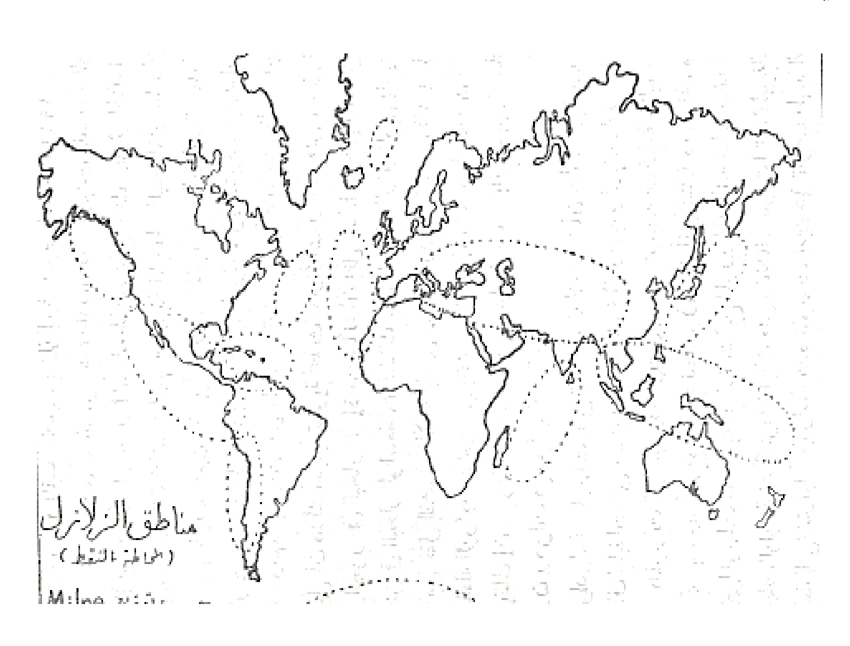
وقد حصر "دي مونتسيس Demontesus الجهات المعرضة للزلازل في منطقتين: الأولى حول المحيط الهادي بما في ذلك جزائر الهند الشرقية والغربية، والمنطقة الثانية في الجهات الجبلية المحيطة بالبحر المتوسط والتي تمتد شرقاً حتى غرب الصين تقريباً. وفي أغلب هذه الجهات توجد العلائم الجيولوجية التي تدل على حركات الأرض الحديثة، وفي كثير منها توجد البراكين الثائرة، ومهما يكن من أمر فالزلازل تعتبر مظهراً مهماً من مظاهر البركنة.

على أن هناك أسباباً ثانوية تحدث اهتزازات في الأرض، مثل تكون المد والجزر في البحار، إذ من شأنه أن يخل بتكافؤ ثقل الماء على سطح الأرض في البحار الواسعة، وكذلك سقوط الأمطار والثلوج بنسبة كبيرة يزيد من ثقل القشرة الأرضية في جهات دون الأخرى، فقد يصل وزن ما تسقطه الزوابع المطيرة في بعض المناطق إلى ألف مليون طن أو أكثر، ولذا يقال إن سقوط الأمطار الغزيرة على غرب اليابان يسبب اختلالاً في التوازن وهزات في جهاتها الشرقية.

ولدراسة الموجات التي تصحب الزلازل شأن خاص في تحديد أنواع وأعماق الطبقات التي تتكون منها القشرة الأرضية والجهات الداخلية القريبة منها، فالموجات العرضية إذا مرت في مادة متوسطة الكثافة عظيمة المرونة فإنها تمر بدرجة أسرع مما لو كانت تمر في مادة أقل كثافة ومرونة، وكذلك تتراخى الموجات العرضية أو لا تستطيع المرور إذا كانت المادة

سائلة أو غازية فالموجات الزلزالية تتكسر داخل الأرض وتختلف سرعتها تبعاً لطبيعة الطبقات المختلفة التي تخترقها.

ودراسة هذه الموجات تعين على تعرف طبيعة الطبقات الباطنية، وقد استنبط الباحث "ملن Milne" من السرعة التي تنتقل بها الهزات الزلزالية داخل الأرض أن صلابة الأرض تعادل ضعف صلابة كرة من الصلب العادي كما سبقت الإشارة إلى ذلك.



الحركات البركانية

كان فلكان (Vulcan) إله النار عند قدماء الرومانيين، ومن هذا اللفظ اشتق اسم البركان (Volcano). والبراكين من أقوى مظاهر الحياة في الكرة الأرضية، وهي من العوامل المفاجئة السريعة التي تعمل على تغيير

سطح الأرض بما تخرجه من مواد باطنية تنتشر على السطح في طبقات سميكة وتكون في أغلب الحالات تلالا وجبالا بركانية.

وسطح الأرض يغطي مستودعات هائلة من الصخور والمعادن المنصهرة ذات الطاقة المكبوتة التي إذا أحست قلة الضغط الواقع عليها سالت واضطرمت وحاولت الخروج إلى سطح الأرض في انفعال بركاني عنيف وقد يتصل الماء الذي يتسرب من البحار إلى طبقات القشرة الأرضية بتلك المواد المنصهرة فيتحول فجأة إلى بخار ذي ضغط شديد يدفعها دفعاً عنيفاً ويساعد على انفجار البركان. ولا شك أن ما يعتور القشرة الأرضية من حركات التضرس والالتواء والانكسار هو من الأسباب التي تساعد المواد الداخلية المنصهرة على تلمس مواطن الضعف في القشرة للخروج.

فمناطق الضعف هي العامل الجوهري لنفاذ تلك المواد، وهي التي تساعد على تكوين الفتحة التي تنفث منها الأرض ما تستطيع من مواد جسمها الداخلي المحموم، فيتكون الكأس البركاني عادة على شكل القمع تحيط به جدران يصل ارتفاعها إلى بضع مئات من الأمتار، وتتصل الكأس أو الفوهة من أسفلها بقصبة البركان أو مدخنته، وهي بمثابة الرقبة تخرج عن طريقها المواد البركانية (الحمم) في زمجرة عنيفة وحركات تشنجية مروعة، ودوي شديد يملأ أجواز الفضاء.

وتتكون تلك المواد من بخار وغازات ورماد وأحجار ومعادن منصهرة سائلة فتندفع إلى علو شاهق ويحلق بعضها على شكل سحب كثيفة قائمة ثم تتكاثف على هيئة مطر طيني وتسيل حول الكأس في درجة حرارة عالية جداً قد تزيد على ألف درجة مئوية، ثم تأخذ بعد لأي في البرودة والتجمد طبقة إثر أخرى حتى يتكون تل أو جبل مخروطي يعظم بتوالي الثوران حجمه ويزداد ارتفاعه، وهكذا تتمخض الأرض عن جبل أو مجموعة جبال.

وتختلف الكؤوس البركانية تبعاً للظروف التي تحيط بثورة البركان، فمنها ما يتكون بما يلقيه البركان حول فوهته من مواد، وتلك هي الكؤوس العادية. ومنها ما ينشأ أثناء الانفجار من فجوة كبيرة في الأرض مثل كأس فيزوف الحديث أو كأس بركان كاتاماي في شبه جزيرة ألاسكا ومنها ما يعرف بالوعاء البركاني caldron ويتكون نتيجة لهبوط في جزء من المخروط البركاني مثل وعاء بركان أسو Aso في اليابان ووعاء بركان نجورونجورو Ngorongoro في شرق إفريقية، ويبلغ قطره ١٢ ميلا، وبه بحيرة يبلغ طولها أربعة أميال.

وفي بعض الجهات توجد فجوات تشبه كؤوس البراكين بينما يرجع أصلها الحقيقي إلى سقوط الشهب على سطح الأرض، فقد سقط في المجر سنة ١٨٦٦ شهاب زنته ٦٦٠ رطلا وأحدث هوة عمقها أربعة أقدام ونصف وقطرها أربعة أقدام وفي أريزونا تكونت هوة يصل عمقها إلى ٦٠٠ قدما وقطرها ثلاثة أرباع الميل. وقد سقط شهاب أريزونا هذا في عهد ما

قبل التاريخ وبعد أن أحدث تلك الهوة اندس داخل طبقات القشرة الأرضية بعد أن ترك في الصخور آثاراً تدل عليه.

وقد سقط في يونية سنة ١٩٠٨ شهاب عظيم في وسط حوض نهر ينسى بسيبريا واستقر داخل طبقات الأرض بعد أن دمر الغابات وأحرقها في مسافة يبلغ قطرها ميلا.

وكان الاعتقاد السائد أن السحب التي يكونها البركان فوقه عند ثورته تتكون خاصة من البخار المتكاثف ولكن أثبتت المشاهدات الحديثة أنها ليست كذلك دائما، ويعتقد الباحث "برون M. Brun" من مشاهداته في جاوة وغيرها أن تلك السحب لا تحتوي من بخار الماء عادة أكثر مما يحتويه الهواء المحيط بها، بل هي تتركب خاصة من كلوريد الأمونيوم (النوشادر). على أن بعض البراكين تخرج كميات كبيرة من بخار الماء الذي يتساقط بعد تكاثفه على شكل سيل جارف.

ومن أهم الغازات الأخرى التي تخرجها البراكين حامض الهيدروكلوريد والأيدروجين المكبرت، وثاني أكسيد الكبريت. والأيدروجين وثاني أكسيد الكربون، والمعروف أن الأيدروجين وبعض مركباته تساعد على حالة الاشتعال ولو أنه في أغلب الأحوال يرجع الاشتعال الذي يبدو فوق المخروط البركاني إلى المواد الملتهبة التي تندفع في الهواء؛ وإلى انعكاس الحمم (اللافا) المضيء على السحب المرتفعة فوق البركان.

أما المواد السائلة التي تخرج عند ثورة البركان فهي تتكون من الصخور والمعادن المنصهرة، وهي تفيض من الكأس أو من شقوق في جوانب البركان، وبعض هذا الحمم يحتوي على نسبة كبيرة من السلكا ويكون حمضيا acidic وبعضه تقل به هذه النسبة ويكون قاعديا basic. والحمم الحمضي ينصهر في درجة حرارية عالية ويكون لزج القوام فيفيض ببطء إلى مسافة غير بعيدة. أما الحمم القاعدي فينصهر في درجة حرارية أقل ويكون سائل القوام ويفيض بسرعة إلى مسافة عدة أميال قبل أن يتجمد وفي كلتا الحالتين تتسرب الغازات من طبقات الحمم فتكون ثقوبا كثيرة في سطحه، وتتجمد الطبقات السطحية قبل الداخلية فتنكسر الطبقات السطحية وتبدو عادة أسفنجية الشكل.

ومناطق البراكين ليست وقفاً على الجهات الجبلية، فبعض الجبال خلو من البراكين كجبال البرانس في شمال إسبانيا وجبال هيمالايا في شمال الهند كما أن بعض البراكين تنشأ حيث لا توجد الجبال كأغلب براكين وسط إفريقية. وقد تنشأ البراكين في قيعان البحار وتكون أحياناً الجزائر كما حدث في جزيرة هايتي إحدى جزائر الهند الغربية وفي كثير من جزائر المحيط الهادي.

ولا تقتصر مناطق الباكين كذلك على الجهات الساحلية بل تتعداها إلى كثير من الجهات الداخلية كما في قلب إفريقية وقلب آسيا.

ولا شك أن توزيع مناطق البراكين يرتبط قبل كل شيء بمناطق الضعف في القشرة الأرضية سواء كانت قريبة من البحار أو في وسط القارات، أو حيث الجبال ومناطق الالتواءات والانكسارات، أو في قيعان المحيطات. وعلى هذا الأساس يمكن تحديد المناطق الآتية بوجه خاص حيث تنتشر البراكين:

مناطق انتشار البراكين:

١- منطقة تحيط بالمحيط الهادي وهي المعروفة باسم النطاق الناري Pacific girdle of Fire، وتشمل سواحل الأمريكتين الغربية وجزائر آسيا الشرقية وجزائر الهند الشرقية.

٢- منطقة جبال أوروبا الجنوبية، إذا استثنينا البرانس، وامتداد هذه المنطقة في غرب آسيا وجنوبها إذا استثنينا جبال هيمالايا.

٣- منطقة طولية تبدأ من أيسلندا إلى اسكتلندة إلى بعض جهات حوض الراين إلى جنوب إيطاليا، وتمتد حتى منطقة الانكسارات في إفريقية.

٤- منطقة تبدأ من برما في الهند الصينية بآسيا إلى جزيرة جاوة وما جاورها إلى بعض جزائر ميلانيزيا، إلى جزائر نيوزيلند، وتمتد حتى القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتكا) حيث المنطقة البركانية حول بروس Ross وتعرف باسم منطقة الفزع والظلام Terror & Erebus في العالم الأسفل.

وترتبط مناطق الانفعالات البركانية والزلزالية ارتباطا جغرافيا ما دامت كلها ترجع إلى الحركات الباطنية التي تعتور بعض جهات القشرة الأرضية، فأشد زلازل أوروبا هي تلك التي تحدث بسواحل إيطاليا وسواحل بحر إيجة بالقرب من أهم براكين أوروبا الثائرة. وعلى الرغم من أن لشبونة شهدت بعضا من أشهر الزلازل الأوروبية، ولم تشهد أي بركان ثائر في منطقتها، فإن هناك جزائر بركانية قريبة منها في المحيط الأطلنطي، وعلى كل حال فارتباط الزلازل بالبراكين ليس بالصورة التي يجري بها الاعتقاد الشائع.



أنواع البراكين:

أولا- من البراكين ما هو دائم الثورة (Constànr) وتتمثل ثورته في خروج سحب البخار والرماد والمواد الأخرى البركانية من كأسه بصفة

مستديمة تقريبا ولو بشكل غير عنيف، ومن أشهر الأمثلة على ذلك بركان سترومبولي Stromboli بجزائر ليباري شمالي جزيرة صقلية، وهو الذي يطلقون عليه منارة البحر المتوسط، وقد ظل هذا البركان نحواً من عشرين قرن على حالته الراهنة من الثورة والانفعال، ولو أنه انقطع منذ بضع سنوات عن الثورة فترة لا تزيد على السنة، ثم استأنف نشاطه ولم تتعد فترات سكونه قبل ذلك أوقات قصيرة أيضاً.

والواقع أن بركان سترومبولي هو أحد البراكين التي ترتبط بتاريخ تلك المنطقة المثلثة الشكل من البحر المتوسط التي تقع بين جزيرتي كورسيكا وسردينيا غربا وساحل إيطاليا شرقا وجزيرة صقلية في الجنوب والتي تعرف بالبحر التيريني. فقد كان ذلك البحر أرضا تعرف باسم "تيرنيس" كانت تهيم عليها الحيوانات بين سردينيا وإيطاليا، ولقد أحدث هبوط ذلك البحر في الجزء الأول من عصر البليوستسين ضغطا شديدا على الصخور المنصهرة تحته، مما حمل بعض تلك الصخور على الخروج من الشقوق التي تكونت على أثر الهبوط فأدى ذلك إلى تكوين البراكين الإيطالية في كل جهات تلك المنطقة، وحتى في روما في منطقة تسكانيا حيث كونت البراكين تلال ألبان Alban الشهيرة جنوبي مدينة روما، وما تحتويه من مجموعة البحيرات البركانية. ومن المحتمل أن ثورة بركان سترمبولي بصفة مستديمة ترجع إلى تكونه في منطقة لا تزال الأرض فيها آخذة في الهبوط بالقرب من جنوب إيطاليا.

ثانياً– البراكين المتقطعة Periodic وهي التي تهدأ زمناً ما ثم تعود إلى الثورة والنشاط، ومن أشهر أمثلة ذلك بركان فيزوف الذي تكون جبله المخروطي نتيجة لثورات ترجع إلى ما قبل التاريخ من عهود. وتدل الدلائل على أنه ظل نحو ألف عام في حالة هدوء. وفي أوائل فبراير سنة ٦٣م حدث زلزال قوض مدينة بومبي الواقعة على السفح الجنوبي لجبل فيزوف، وسرعان ما أصلح ما خربه الزلزال من المدينة، ولكن توالت الزلازل بعد ذلك وزادت حدتها وأدخلت الرعب في قلوب السكان. وفي سنة ٧٧م حدثت رجة عنيفة وسمع دوى يصم الآذان، ثم لم يلبث أن انشق الجزء الأوسط من الجبل وراح الدخان يتصاعد بشدة حتى امتلأ الجو رماداً وأبخرة وجمرات حارة تساقطت على القرى القريبة فردمتها وأغرقت في حمأتها مدينتي: بومبي pompei وهركيو لينيم Herculanium. وأزهقت عشرات الآلاف من الأرواح وطمرت الدور والحقول وصارت الأرض في لحظة خرابا يبابا بعد أن كانت تعج بألوان المتع والحياة. وقد عاود فيزوف هدوءه بعد تلك الغضبة الجامحة وظل كذلك حتى عاد للثورة في عام ٢٠٣م ثم في عام ٤٧٢م. ويقال إن فيزوف في ثورته عام ٤٧٢ غطى كل أرجاء أوربا برماده حتى باتت القسطنطينية في ظلام رهيب. وثار فيزوف بعد ذلك ثورات أقل عنفاً من سابقتها وكان من أشدها ثورة سنة ١٦٣١م. وتلت ذلك ثورات متعددة في القرنين السابع عشر والثامن عشر وفاضت مجاري الحمم في بعض تلك الثورات حتى بلغت شاطئ البحر.

وفي عام ١٩٠٦ عاد فيزوف لثورته، ثم ظل هادئا بعد ذلك حتى مساء ١٨ مارس سنة ١٩٤٤ إذ شهد المحاربون البريطانيون في إيطاليا

بعض الأهوال التي عاناها الرومانيون من قبل، فقد ثار فيزوف ثورة عنيفة وتدفقت حممه على جوانبه تنشر الذعر وتنذر بالدمار فأتت على قرية "ماسيا يدي سوما" ثم مضت تهدد غيرها من القرى. وكم كان غريباً حقا أن يزعم البعض أن إطلاق المدافع وإلقاء القنابل على مقربة من البركان أثار هذه المرة ثائرته أو ساعده على النشاط.

ومن البراكين المتقطعة ببركان إتنا الشهير في جزيرة صقلية وهو في ثورته أشد انتظاما من بركان فيزوف ولو أنه أقل منه تفجرا أو عنفا. وبركان إتنا هو أكبر البراكين الأوروبية وأطولها في فترة الثوران وأشد ما يسترعي النظر في إتنا كثرة قصباته التي تبلغ المائتين. وأحدث ثورة لهذا البركان كانت في نوفمبر سنة ١٩٢٨ حيث دمر بحممه مدينة "ماسكالي Mascali" وهدد بعض المدن الأخرى. ويقتصر تدمير إتنا عادة على الأبنية والممتلكات لأن حممه تفيض ببطء بحيث يستطيع السكان أن يفلتوا من الهلاك.

ومن تلك البراكين بركان كيلويا (Kilauea) في جزائر سندوتش (أو هاواي) في أواسط المحيط الهادي (غربي شبه جزيرة كليفورنيا) وهذا البركان، على النقيض من بركاني فيزوف وإتنا، يثور في ثورات متقطعة منتظمة وبغير انفجار.

ومجموعة جزائر سندوتش بازلتية بركانية وأكبرها جزيرة هاواي التي يقع فيها بركان كيلويا الشهير ببحيراته التي يملأها الحمم مرة كل ثماني أو

تسع سنوات، وإذا ما امتلأ الوعاء البركاني بالحمم انهار قاعه على أثر ثورة البركان الجديدة وهكذا يفرغ الوعاء ثم يفيض بالحمم في فترات منتظمة.

وهناك من البراكين ما يتفجر في نوبات عنيفة (Paroxysaml) ومن أمثلة ذلك بركان جزيرة "كراكياتوا" الواقعة في مضيق سندا (Sunda) بين جزيرتي جاوة وسومطرة؛ وتلك الجزيرة هي إحدى مجموعة جزائر الهند الشرقية التي كانت وقتاً ما قطعة متصلة من الأرض تكسرت أجزاؤها وانفصلت.

وجزيرة "كراكاتوا" بدورها هي إحدى ثلاث جزائر صغيرة جبلية تقع في مضيق سندا وتعتبر كراكاتو أكبرها. وقد حدث في سنة ١٦٨٠ انفجار بركاني في الجزيرة تلاه هدوء طويل استمر قرنين. وفي أوائل عام ١٨٨٣ اعترى الجزيرة زلزال عنف؛ وفي ٢٠ مايو من ذلك العام ظهر عمود هائل من البخار فوق بعض الشقوق، وثار البركان ثم ظل يثور ثورات معتدلة حتى ٢٧ أغسطس من العام نفسه، إذ حدث في ذلك اليوم أشد ما سجله التاريخ من الثورات البركانية. فتمزقت الجزيرة إربا وانعدمت تحت سطح البحر ولم يبق منها غير القمم العالية. وطاف الرماد البركاني الناشئ من ذلك أكثر من مرة حول العالم، وانتشر في أجواز الفضاء حول الأرض حتى أن غروب الشمس في الجزائر البريطانية ظل يبدو في شهري نوفمبر وديسمبر من ذلك العام بألوان مختلفة نتيجة لتعلق الغبار في طبقات الجو العليا.

وقد ظلت "كراكاتوا" هادئة حتى ٢٩ ديسمبر ١٩٢٧ حيث حدث انفجار آخر في الفجوة التي تكونت على أثر انفجار سنة ١٨٨٢، واشتد الانفجار في يناير سنة ١٩٢٨ من ست فتحات تحت سطح البحر، وكانت مياه البحر حولها في حالة غليان، وخرجت المقذوفات إلى ارتفاع يبلغ أربعة آلاف من الأقدام وفي ٢٦ يناير ظهرت حافة الكأس البركاني فوق سطح البحر ثم اجتاحتها المياه، وكانت ثورة "كراكاتوا" سنة ١٨٨٣ تختلف عن ثورات فيزوف وإتنا المألوفة في كثرة ما كان يحتويه انفجار "كراكاتوا" من الماء المختلط بالحمم والذي كان يسخن ويغلي في القصبة فيجعل الصخور تضطرم وتجلجل أثناء اندفاعها بصوت مزعج عنيف.

ومن نوبات الانفجار البركاني تلك التي حدثت عام ١٩٠٢ في بركان "منت بيلي mont Pelée" بالقرب من مدينة "سنت بيير St, Piérre في جزيرة مارتنيك إحدى مجموعة جزائر الأنتيل الصغرى، وقد اجتاح البركان المدينة ودمرها في لحظات، وحدث في نفس الوقت في جزيرة "سنت فنسنت "St Vincent" القريبة منها انفجار عنيف مماثل. وسلسلة هذه الجزائر تكون حاجزاً جبلياً يفصل بين المحيط الأطلنطي والبحر الكاريبي. والجزائر الغربية التي تكون الجانب الغربي من ذلك الحاجز ركانية عالية، بينما الجزائر التي تكون الجانب الشرقي مسطحة تتكون من الحجر الجيري ويقال إن الجزائر البركانية الغربية لهذا الحاجز هي بقايا القارة القديمة التي تسمى بقارة أنتيليا والتي تكسرت وانخفضت أجزاؤها، ولا يزال الهبوط مستمراً في بعض أجزاء البحر الكاريبي، ويتمثل فيما ينتاب تلك المنطقة وما حولها من آن لآخر من الانفعالات الزلزالية والبركانية.

ومن أمثلة البراكين الشهيرة بركان "هكلا" في جزيرة أيسلندة وقد ثار عام ١٨٤٥ وطفى ترابه على جزيرة أوركني في شمال شرق اسكتلنده، وفي ٢٨ سبتمبر من عام ١٥٣٨ تكون بركان "مونت نوفو monte Novo" بالقرب من نابلي في ليلة واحدة في بحيرة ردمها البركان وكون فوقها مخروطه.

ومن براكين المكسيك الشهيرة بركان "جوزللو"، وتكاد مدينة مكسيكو تشبه دمينة نابلي في المنطقة البركانية التي تقوم عليها، إذ يوجد بركان "بوبو كاتا بتل Popocatapetl" أي جبل الدخان بالقرب منها ويقع على ارتفاع ١٧٠٠٠ قدم.

ثالثا– وهناك البراكين الخامدة (extinct) التي انقطعت منذ عهد طويل عن الثوران، فتلاشى نشاطها وسدت قصباتها ووصلت إلى المرحلة التي يطلق عليها اسم "السلفتارا Solfatara" المشتق من بركان (سلفتارا) بالقرب من نابلي وهو لم يعد للثورة منذ سنة ١١٩٨. وفي تلك المرحلة ينقطع البركان عن إخراج الحمم والرماد ولو أنه قد ينفث من آن لآخر بعض الأبخرة الكبريتية وبعض الغازات كالأيدروجين المكبرت وثاني أكسيد الكربون من شقوق جانبية في مخروطه، وكأنه في ذلك يلفظ النفس الأخير ثم يجنح إلى السكون تماماً.

ومناطق البراكين الخامدة كثيرة في أنحاء العالم منها منطقة "إيفل Eifel" غربي ألمانيا، ومنطقة "أوفرن Auvergne" في هضبة فرنسا الوسطى

ومناطق في غرب الولايات المتحدة، وفي وسط إفريقية، وفي نيوزيلندة وفي غرب أمريكا الجنوبية.

وقد لا يحدث الانفجار البركاني من قصبة أو كأس كما هو معهود بل من شق طويل في القشرة الأرضية، وفي هذه الحالة قدر تخرج المواد البركانية من كل أجزاء الشق أو من بعضها فقط، ومن أمثلة ذلك بركان "لاكاى Lakai" في جزيرة أيسلندة الذي اندلعت مواده عام ١٧٨٣ من مجموعة فتحات في شق كبير طوله بضعة أميال وعرضه نحو عشرة أقدام، ومن هذا النوع بركان "تاراوبرا Tarawera" في نيوزيلنده سنة ١٨٨٦ ويبلغ طول شقه ثمانية أميال. ومثل هذه الأنواع نادرة في الوقت الحاضر ولكنها كانت كثيرة الحدوث قديماً، وهناك مناطق واسعة في أنحاء العالم يغطيها الحمم بشكل لا يمكن أن يحدث نتيجة لخروجها من فتحة واحدة.

ففي شمال غرب هضبة الدكن توجد مساحة عظيمة تبلغ نحو ٢٥٠ ألف ميلا مربعا تغطيها طبقات البازلت التي تبلغ أقصى سمكها عند الشاطئ بالقرب من بمهاى في قاع بحر العرب وتمتد إلى مساحة قد تعادل المساحة التي تنتشر فيها على اليابس. أي أن مساحة الطبقات البازلتية في تلك المنطقة تبلغ حوالي نصف مليون ميل مربع. ومثل هذه الحالة أيضاً يوجد في السهول المغطاة بالبازلت في حوض نهر "سنيك Snake" في ولاية إيداهو بغرب الولايات المتحدة في منطقة تقدر مساحتها بأكثر من مساحتي إنجلترا وفرنسا مجتمعتين.

ولا شك أن اتساع تلك المساحات التي تغطيها مواد الحمم هو الذي حدا بالعالم "رختهوفن Richthofen" أن يفترض خروج تلك المواد من شقوق قد يصل طولها مئات الأميال وعرضها عدة أميال، وأن ذلك حدث بغير الانفجار الذي يساعد عليه ضيق القصبات البركانية. ويقول "رختهوفن" إن تغير الحالة مما كان يحدث قديماً من خروج المواد البركانية في أغلب الأحوال من مثل تلك الشقوق إلى ما يحدث حديثاً من خروجها من القصبات البركانية يدل على تغير حالة النشاط الباطني للأرض واقترابها من حالة الهدوء التي انتهى إليها مثلا القمر.

أما الطبقات البازلتية التي تغطي الهضاب فخير ما يمثلها طبقات هضبة الحبشة، فلم تتكون نتيجة لخروجها من مثل تلك الشقوق بل نتيجة لفتحات أو قصبات عدة مما يتوقع حدوثه عندما تعاني الهضبة هبوطاً أو ارتفاعاً.

وهناك نوع من البراكين يطلق عليه البراكين الطينية Mud Volcanoes تخرج مياها مختلطة بالرماد ثم لا تلبث هذه أن تتساقط فتكون مخروطاً من الطين ذا كأس صغير. ويوجد مثل هذا النوع في جزيرة صقلية وفي نيوزيلندة وفي بعض الجهات البركانية الأخرى كما وجد في شبه جزيرة القرم وعند باكو على بحر قزوين بالقرب من مواطن البترول. وهذه البراكين لا تخرج موادها نتيجة للانفجار بل لتكون الغازات تحت سطح الأرض أو لتحلل بعض المواد العضوية أو لتغيرات كيميائية أخرى، وقد

حدث مثل هذا النوع في مصر منذ سنوات قليلة عند قرية ميت يعيش في شمال الدلتا.

ومن أهم ما تحدثه البراكين من تكوينات غير الجبال الهضاب البركانية مثل هضبة الحبشة والجزء الشمالي الغربي من هضبة الدكن، والتربة البركانية الغنية بخصوبتها، والبحيرات التي تنشأ من كؤوس البراكين الخامدة كما في الحبشة وغرب الولايات المتحدة، والجزائر البركانية مثل جزيرة هايتي إحدى جزائر الهند الغربية وكثير من جزائر المحيط الهادي، فضلاً عما تكونه البراكين من العروق المعدنية والصخرية المختلفة.

النافورات الحارة (الجيزر Geysers)

وهي صورة مصغرة للبراكين ولكن بشكل لا يجلب الهول ولا يدعو إلى الفزع، ويتوقف ثوران النافورة الحارة على حدوث شق في القشرة الأرضية تتسرب إليه المياه الجوفية من الطبقات المسامية المحيطة به حتى يمتلئ بتلك المياه، ويعرف ذلك الشق بقصبة النافورة، وتختلف درجة حرارة العمود المائي داخله تبعاً لاختلاف العمق وكذلك لاختلاف الضغط الذي يكابده ذلك العمود على ارتفاعات مختلفة داخل قصبة النافورة، فبينما يصل الماء إلى حالة الغليان عند فوهة النافورة في درجة الغليان العادية (درجة مائة المئوية) لا يصل إلى حالة الغليان على عمق نحو مائة قدم مثلا داخل القصبة إلا في درجة ١٤٥ مئوية تقريباً، وذلك لما يكابده الماء عند ذلك المستوى العميق من ضغط عمود الماء الذي فوقه.

وإذا بلغ الماء في أسفل النافورة حالة الغليان فإنه لا يتمكن لضيق القصبة من الصعود في تيارات دوريه ليحل محله الماء الأقل حرارة، لذا يتحول الماء في أسفل القصبة إلى بخار يتزايد ضغطه حتى يتمكن من دفعه دفعة واحدة من طرد عمود الماء الذي فوقه، فتثور النافورة ويندفع الماء والبخار إلى علو عشرات الأمتار فوق الفوهة، ثم تعود المياه المتسربة لملء قصبة النافورة، وهكذا يتكرر الأمر كل فترة معلومة. ومن المستطاع إثارة النافورة قبل موعد ثورتها وذلك بإحداث اضطراب في مستوى الماء بها بأن يلقى مثلا حجر كبير في قصبتها فيرفع بعض الماء إلى مستوى أخف ضغطاً فيتحول في الحال إلى بخار وتثور النافورة.

ومن أشهر مناطق النافورات ما يوجد في جزيرة آيسلاند حيث توجد نافورة آيسلاند الكبرى الذي يبلغ ارتفاع مخروطها أربعة أمتار كما يبلغ طول قطر قاعدته أربعين متراً، وهي تثور مرة كل ٢٤ ساعة، وتكثر النافورات أيضاً في وسط الولايات المتحدة وفي جزائر نيوزيلند في شرق أستراليا.

والنافورات مظهر خفيف من مظاهر الانفعالات الأرضية لا يقاس أثرها بما تحدثه البراكين والزلازل من آثار، ومهما يكن من شيء فكلها دليل على قوة الأرض الكامنة وعلى حيويتها المتدفقة، وهي صورة مكبرة لما يحدث للإنسان أحياناً من انفعالات لا نغالي كثيراً في التشبيه إن قلنا إن مرجعها قد يكون إلى اضطراب باطني أو علة في الأحشاء أو ضعف في

الأعصاب. وكأن الأرض وهي أم الخليقة تعكس على الإنسان بعض انفعالاتها كما يرث الناس من ذويهم مختلف العلل والأمراض.

الباب الثامن

الانفعالات الظاهرية للأرض

ويقصد بها انفعالات غلاف الأرض الغازي وهي على قلة عنفها إذا قيست بالانفعالات الباطنية لها أثرها الكبير في تغيير وجه الأرض، وهذا الأثر دائب متواصل تكاد لا تخلو منه لحظة من عمر الأرض المديد. وهذه الانفعالات في حد ذاتها مظهر للنشاط الحيوي للأرض وحركتها الدائمة التي لا تتوقف: هواء يتحرك، ورياح تهب وسحب تتراكم، وندى يطل وضباب ينتشر، وصقيع يتألف وزوابع تعصف وبروق تلمع وبرد يتراشق وأمطار وصواعق تنقض وثلوج تتساقط، وجليد يتزاحف وكلها يساهم بنصيب قل أو كثر في عمليتي المحو والتشييد وكأن الأرض تهدم ذات اليمين بقدر ما تبنيه ذات اليسار، وهي تبني بأنقاض ما تهدم وكأنها خلية حية أو مصنع ضخم هائل يعج بأسباب الحركة والنشاط.

ونحن نعيش في عالمنا الأرض داخل الغلاف الجوي وكأننا في بيت من زجاج يدفئه جزء من الطاقة المنبعثة من ذلك الآتون العظيم الذي يبعد عنا كما عرفنا بنحو **٩٣** مليون ميل، وحياتنا في الواقع رهن هذا القدر الضئيل الذي لا يزيد على جزء من ألف مليون جزء من الإشعاع الحراري للشمس على أنه لو قل هذا القدر أو زاد بنسبة محسوسة لانقلب كيان الأرض واختلفت معالم الحياة في كثير من أرجائها واختل الأود الاقتصادي للحياة.

ومن ثم كان موضوع التغيرات المناخية موضوعاً حيوياً خطيراً تناوله بالدرس كثير من الباحثين من علماء المتيورولوجيا وعلماء الجيولوجيا وعلماء الحياة بوجه عام، وخرجوا من ذلك بمعرفة أهم التطورات المناخية التي حدثت في الغلاف الجوي في مختلف العصور والأزمنة الجيولوجية. وما كان لتلك التطورات من آثار في مختلف الحقب والأزمان، وراحوا يستقرءون أدلة التقلبات الجوية الحديثة في حالة بعض الأشجار الحالية فذهب الباحث "جرجوري Gergory" مثلاً إلى أن بعض الأشجار ومنها نخيل البلح وشجر الكرم لها حواس حرارية خاصة تجعلها بمثابة الترمومترات واستدل دوجلاس "Douglas" باتساع الحلقات السنوية في أشجار السكويا القديمة في كليفورنيا على حدوث تغيرات مهمة بين الرطوبة والجفاف.

العصور الجليدية

هي أهم الظاهرات التي نجمت عن التغيرات المناخية العظيمة وتتمثل دلائلها في الحفريات من البقايا النباتية والحيوانية التي ظلت كامنة في طبقات الأرض تنبئ عن تتابع حالات مختلفة من الدفء والبرودة ومن الرطوبة والجفاف ثم هي تتمثل بوجه خاص في تلك الكتل الصخرية الضالة التي وجدت بعيدة عن مستقرها الأصلي وسط طبقات تختلف عنها في طبيعتها تمام الاختلاف وقد ذهب العلماء في تعليل تلك الظاهرة مذاهب شتى.

ولكن بقي أمرها خفياً حتى أشار الدكتور "بلي فير Playfair" عام ١٨٠٢ إلى أن السبب في نقل تلك الكتل الضالة هو الجليد، وظلت هذه الفكرة بعد ذلك تتأرجح بين الشك واليقين حتى بدأ الدكتور "أجاسز Agassiz" أحدا لأساتذة بأكاديمية نيوشاتل في سويسرا دراسة هذا الموضوع على أساس مشاهداته الشخصية. وخرج من ذلك بأنه كانت هناك فترة برودة شديدة سبقت حقبة الحياة الحديثة. وعزا إلى هذه الفترة تكوين طبقات جليدية نقلت في انتشارها تلك الكتل الضالة، كما أحدثت تزحزحاً في الغلاف النباتي والحيواني.

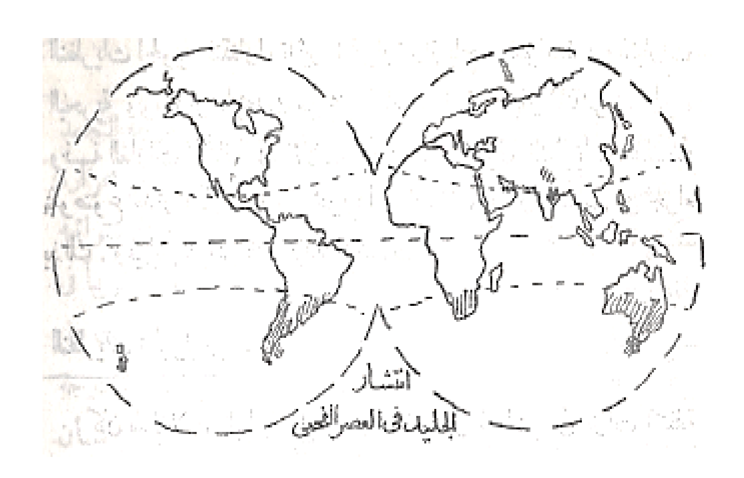
وتتابعت منذ ذلك الحين الأبحاث وتغلغل الباحثون في أعماق الماضي السحيق، كما تدل عليه سجلات الطبقات الأرضية فاهتدوا إلى معالم تغيرات أخرى مناخية خطيرة الشأن كان بعضها يحيق بالحياة كوارث وبيلة تهبط بعدد سكان العالم إلى النصف أو أقل وكان بعضها يحمل إلى الجهات الباردة الدفء وأسباب الحياة والنشاط فقد قامت عام ١٩١٠ بعثة إلى (سبتزبرجن) في أقصى الشمال من أوروبا وجلبت منها مجموعة من بقايا حفريات الأشجار التي تنمو في الجهات الدفيئة.

وقد وجدت هذه البقايا في طبقات تنتمي إلى الزمن الكاينوزوي (الحديث) وتختلف أنواعها عن نوع الأشجار التي تنمو بها الآن والتي لا يزيد ارتفاعها على ثلاث بوصات، كما وجدت عروق من الفحم الجيد تدل على أن غابات تشبه الغابات الحالية في وسط الولايات المتحدة كانت تنمو على بعد نحو اثنتي عشرة درجة من القطب الشمالي. ووجدت البعثة

كذلك في القارة القطبية الجنوبية أنواعاً من جذوع أشجار يبلغ قطرها ١٨ بوصة كما وجدت طبقات من الفحم بالقرب من القطب الجنوبي، مما يدل على أن الأقطار القطبية نعمت وقتاً ما بفترة أو فترات دفيئة. وقامت دلائل أخرى تثبت أنه كانت تنتشر في سهول الجهات المدارية طبقات جليدية تنتمي إلى نهاية الزمن الباليوزوي (القديم) وتدل على اجتياح البرد القارص لتلك الجهات في بعض الأوقات.

وقد كان للكشف عن حقيقة العصر الجليدي في الزمن الباليوزوي ضجة كبيرة لأنه قوض أركان النظرية السديمية القائلة بأن الأرض تحولت من حالتها الغازية الأولى إلى حالة البرودة، وأنها لا تزال آخذة في ذلك التحول حتى تبلغ مرحلة القمر، فقد اجتمعت الأدلة على إثبات انتشار الجليد بنسبة عظيمة في أربعة عصور من عصور الأزمنة الجيولوجية. آخرها عصر الجليد البليوستسيني الأخير الذي يسبق مباشرة فترة الدفء الحالية.

ويجب ألا يغرب عن أذهاننا أن فترات البرودة والجليد لم تكن سوى أحداث قصيرة المدى نسبياً تخللت فترات الدفء والاعتدال، وعلى الرغم من ذلك فإن تلك الفترات الجليدية كان لها آثارها الخطيرة في معالم الحياة على سطح الأرض، وكأن الأرض قد اتخذتها سبيلاً لتفنيد الغلاف الحيوي وإبقاء الأصلح من أنواع الحيوان والنبات.



أسباب العصور الجليدية:

لعل هذا الموضوع قد نال من الدراسة والبحث أكثر مما نال أي موضوع جيولوجي آخر ولم يكن بحثه مقتصراً على الجيولوجيين، بل اشترك فيه علماء الظاهرات الجوية (المتيورولوجيا) وعلماء الحياة. على أن النظريات التي تتصل بتلك الأسباب لا تزال تتأرجح بين الشك واليقين، ومهما يكن من أمر فإن استعراضها ما يميط اللثام عن بعض الحقائق والظاهرات التي تستند إليها.

ويمكن تقسيم تلك النظريات إلى جيولوجية وفلكية، ولو أنه من المتعذر التفريق بينها لأنها ترتبط ببعضها ارتباطا وثيقاً؛ فالنظريات الجيولوجية تتناول حرارة باطن الأرض ونقصانها. وتتناول العلاقات المتبادلة بين تستند إليها.

ويمكن تقسيم تلك النظريات إلى جيولوجية وفلكية، ولو أنه من المتعذر التفريق بينها لأنها ترتبط ببعضها ارتباطاً وثيقاً؛ فالنظريات الجيولوجية تتناول حرارة باطن الأرض ونقصانها. وتتناول العلاقات المتبادلة بين المرتفعات والمنخفضات وبين اليابس والماء، وأثر تزحزح القارات. أما النظريات الجوية فتتناول تأثير الحرارة والرياح والعواصف والتيارات البحرية، ومقدار ما يحدث من بخر للمياه، ومقدار الغبار المنتشر في الجو، ونسبة الغازات المختلفة في الغلاف الجوي. وتتناول النظريات الفلكية موضوع مدار الأرض وميل محورها واختلاف حرارة الشمس من جراء ذلك، وفيما يلي عرض مجمل لهذه النظريات:

النظريات الجيولوجية:

كان للدلالات الوافية على حدوث العصور الجليدية في فترات مختلفة من تاريخ الأرض الجيولوجي أثر كبير في هدم النظرية السديمية القائلة بتدرج برودة الأرض منذ انفصالها عن السديم. على أنه ظهرت نظرية أخرى ترمي إلى تدرج برودة الأرض، وقد نشر صاحب هذه النظرية وهو الباحث الأمريكي "مانسن M. manson" عدة رسائل يدل فيها على أن الأرض في حالتها الحرارية الأولى كانت تتحجب بنقاب وقائي كثيف من السحب صار يمنع جانباً كبيراً من أشعة الشمس عن سطح الأرض، وكانت نتيجة ذلك أن قل البخر كثيراً عما كان حتى اختفى جزء كبير من ذلك الغطاء الوقائي في الزمن الباليوزوي وأصبح مناخ الأرض تحت رحمة الشمس.

ثم هو يعزو النبضات الحرارية التي تفصل بين فترات البرودة (أو العصور الجليدية) إلى حرارة دورية كانت تنشأ نتيجة لتغيير دوري في شكل الأرض ينجم عنه إطلاق الحرارة في فترات متقطعة ويساعد على ما ينشأ في القشرة الأرضية من عوامل التفتيت والتعرية والنشاط الراديومي فضلاً عما يحدث فيها من التفاعلات الكيميائية والطبيعية. ثم هو يذكر أيضاً أن ماء المحيطات قد برد عن ذي قبل إلى حد أن أصبحت السحب تستنكف ٢٥% نقط من أرجاء الجو وبذا تسمح لحرارة الشمس بالتحكم في المناخ وبتكوين المناطق الحرارية بحالتها الراهنة، وهو يشير إلى أنه إذا حلت بعد ذلك عصور جليدية جديدة فإنها تنشأ بطريقة مخالفة لما نشأت به العصور الجليدية الماضية.

وهو يفترض أن يابس المنطقة الحارة وصل إلى دون درجة التجمد في عصر الجليد البرفحمي (البرمي الفحمي)، بينما احتفظ البحر بحرارة تكتفي لتكوين غطاء من السحب يمنع الشمس من إدفاء الجهات الاستوائية والمدارية وأن الجهات الواقعة بين خطي عرض ١٥º، 35º تقريباً في نصفي الكرة كانت معرضة لأضداد الأعاصير الباردة التي ساعدت على تكوين الغطاءات الجليدية، ولو أنه حدث انخفاض بسيط في درجة حرارة البحر لقلت كثافة السحب في المناطق المدارية، ولكان من شأن ذلك زوال الجليد.

وقد أيد آراء "مانسون" الدكتور "فولتون F. K. Knowlton" وهو من علماء النبات القديم، وأدلى بملخص رائع لتطور النباتات في العالم في

الأزمنة الجيولوجية المختلفة بما يتفق وآراء مانسون. على أنه لا بد في الاستدلال على أحوال التجمد وأحوال الجفاف من الرجوع إلى الصفات الطبيعية للتكوينات الصخرية التي تظهر على الأرض بفعل انتشار الطبقات الجليدية في حالة التجمد، وبفعل الرياح الصحراوية في حالة الجفاف، لأن الأدلة التي تستند إلى الحفريات النباتية أدلة جزئية محدودة. فالنبات يكثر في أحوال الاعتدال والرطوبة ويقل في أحوال البرودة والجفاف.

وقد عرفت التكوينات الصخرية الصحراوية في العصور: الترياسي والبرمي والديفوني والسيلوري وفي آخر العصر السابق للكمبري. وتشمل تلك التكوينات رمالا ساقتها الرياح كما تشمل شقوقاً وكسوراً في الطمي نتجت عن الجفاف وعن الرواسب الملحية التي حلت في الجهات الصحراوية بعد جفاف البحار الداخلية وتبخر مائها. ووجدت مثل هذه التكوينات في مناطق أبعد مدى عن خط الاستواء من المناطق الصحراوية الحالية مما يدل على أن الجفاف بلغ في تلك العهود درجة أشد بكثير مما هو عليه الآن.

نظريات تتصل بتغير في مستوى سطح الأرض:

عرفنا كيف تتغضن القشرة الأرضية في دورات خاصة كتغضن جسم الإنسان تحت وطأة الزمن. فترتفع قيعان بعض البحار وتتكون من الطبقات

البحرية هضاب أو سلاسل جبلية في بعض جهات العالم بينما تهبط كتل من الأرض إلى أعماق البحار في جهات أخرى.

كما أننا نعرف أن درجة الحرارة تنخفض درجة فهرنهيت كلما ارتفعنا نحواً من ١٥٠ متراً، حتى يمكن بلوغ حد الثلوج الدائم على ارتفاع معين.

وعلى هذا الأساس ذهب الباحث: "ريت G. F, Wright" إلى أن الطبقات الجليدية العظيمة تكونت على أثر دورات التغضن فوق المرتفعات فقط بحيث لم تتناول الأراضي الوطيئة. ومن الأمثلة التي يثبت بها صحة افتراضه أن طبقة لبرادور الجليدية تكونت فوق هضبة لورنشية، وأنه قبل عصر الجليد كانت البحيرات العظمى تعلو بنحو ٢٠٠٠ قدما عما هي عليه الآن، مما هيأ لتكوين الجليد فوقها.

وقد قوبلت هذه النظرية بالتحفظ الشديد إذ أن ارتفاع ٢٠٠٠ قدما ولو أنه يساعد على برودة الجو إلا أنه لا يمكن في منطقة مثل منطقة البحيرات العظمى الحالية أن يصل بها إلى حد الثلج الدائم، ثم أنه لا يعقل أن طبقات الجليد التي تكونت في عصر البليوستسين بحيث غطت نحو ٤ مليون ميلا مربعا في أمريكا الشمالية ونحو نصف هذه المساحة في أوروبا وأيسلند وجرينلند كما تكونت في المناطق الجليدية الأخرى في أوروبا وآسيا وأمريكا ووسط إفريقية وفي أستراليا ونيوزيلند وفي بتاجونيا، لا يعقل أن هذه المناطق قد ارتفعت كلها بحيث نجم عن ذلك تكون طبقات الجليد فوقها.

ومن بين النظريات الجيولوجية التي تحاول تفسير أحوال التجمد الجليدي نظرية تزحزح القارات: ويظن أن أول من قال بها الباحث تيلر "F. B. Taylor" سنة ١٩٠٩ فلفت النظر إلى العلاقة بين شمال كندا وبين جرينلند واسكندينافاه التي يبدو إمكان تداخل أطرافها وانطباقها بعضها على البعض الآخر. وهو يفترض أن أمريكا الشمالية تحركت نحو الجنوب الغربي محدثة في ذلك التواء جبال روكي.

ولم يقرن "تيار" ذلك بالمظاهرات الجليدية، حتى زعم الباحث "فجنر Wegner" بأنه كان هناك اتصال قديم بين الهند وجنوب إفريقية وأستراليا وأمريكا الجنوبية في الرقعة المعروفة باسم جندوانا، وأنه من دلائل ذلك الاتصال وجود حفريات لنباتات خاصة مثل Glossoptris وGangmopteris في طبقات تلي الطبقات الجليدية البرفحمية في مناطق جندوانا الواسعة. وقد افترض لتعليل انتشار الجليد في ذلك الزمن تكتل اليابس في تلك المنطقة الواسعة التي يغمرها الآن المحيط الهندي العميق وبذلك اعتبر الارتفاع سبباً من أسباب التجمد الجليدي.

ويؤيد نظرية التزحزح أيضاً "دي توا De Toit" ويرى انطباقها على أبحاثه في منطقة دويكا Dwyka بجنوب إفريقية، وقد وضع خريطة لقارة جندوانا تمثلها قبل أن تنفصل أجزاؤها؛ فأدخل بروز ساحل البرازيل الشرقي في خليج غينا، وجعل طرف شبه جزيرة الهند مواجها لطرف إفريقية الجنوبي وبين عليها المنطقة التي انتشر فيها الجليد في مسافة يبلغ طولها ٨٠٠٠ ميلا وعرضها ٦٠٠٠ ميلا، وجعل خليجاً طويلا بين الهند

وأستراليا ينتهي عند الطرف الجنوب لإفريقية، وقرب القارة القطبية الجنوبية من الهند حتى اقترب القطب الجنوبي من الحافة الجنوبية لجندوانا.

وقد قدر مساحة جندوانا بضعف المساحة التي انتشر بها الجليد، أي يزيد على مساحة أوراسيا الحالية، وهو لا يرى أن سبب تكوين الجليد راجع إلى الارتفاع، إذ يزعم أن الأرض لم يزد ارتفاعها على بضعة آلاف قدم فوق مستوى البحر وأن الجليد تكون في كثير من القارات في مستوى البحر.

ومهما يكن من أمر فإن نظرية تزحزح القارات لقيت كثيراً من الاعتراضات وهوجمت في كثير من اتجاهاتها، فمن بين الأمور التي يتعذر التسليم بها انتقال اليابس إلى نحو ٣٠٠٠ ميلا كما في حالة الهند وإمكان تفرق القارات في اتجاهات مختلفة.

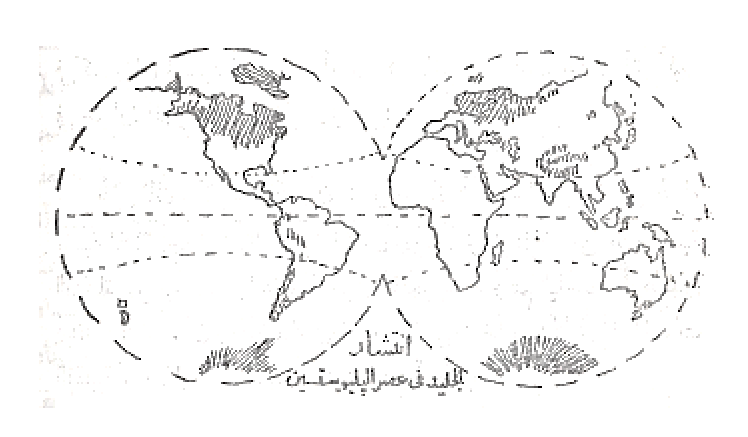
وزعم البعض أن تغيراً في انبعاج الأرض عند خط الاستواء نتيجة لإبطاء في دورة الأرض حول نفسها هو الذي سبب تزحزح القارات، ولكن هذا الافتراض أيضاً لم يستطع أن يعلل اختلاف الاتجاهات التي تزحزحت فيها القارات في وقت واحد.

وافترض البعض الآخر بدلا من نظرية التزحزح لتعليل انتشار نباتات الأجواء الباردة وكذا الحيوانات الأمفيبية في منطقة الجليد البرفحمي في جندوانا أنها نشأت أولا في القارة القطبية الجنوبية وأنها كانت تتصل بالقارات الحالية الجنوبية بواسطة قناطر من اليابس أو بواسطة سلاسل من

الجزائر وأن من المحتمل أن الرياح كانت عاملا مساعداً لنقل خلايا تلك الأجسام وذراتها حتى أشاعتها في تلك المنطقة.

نظريات تتصل بالتغيرات في التيارات البحرية :

فالتيارات البحرية التي تؤثر في المناخ تأثيراً كبيراً ترتبط ارتباطاً وثيقاً بشكل القارات واتصالاتها وبالرياح السائدة وبدورة الأرض حول محورها وقد افترض من بين عوامل تكوين الجليد ما حدث من تغيرات في اتصالات القارة، وما نتج عن ذلك من تغير دورات التيارات البحرية ويؤيد هذه الفكرة الباحث "دوسن w. Dawson" الذي علل تكوين الجليد البليوستسيني على هذا الأساس، فيفترض حدوث انخفاض في الأرض حول خليج هدسن وفي شماله بحيث كان يسمح بدخول تيار قطبي عريض يحمل الجليد إلى منطقة سنت لورنس، فقلل من درجة الحرارة وساعد على تكوين الجليد.



كما يفترض حدوث انخفاض آخر في منطقة مضيق بنما الحالية سمح بدخول التيارات الدفيئة إلى المحيط الهادي بدلا من اتجاهها إلى غرب أوروبا، فحرم شمال أوروبا من أثر التيار الدافيء وجعله تحت رحمة البرودة والتجمد.

ومعارضو هذه النظرية يؤكدون أن الانخفاض الذي حدث جنوبي خليج هدسن لم يكن يسمح بتوغل التيارات القطبية إلى داخل أمريكا في عصر الجليد، وأنه لم يقم دليل على انخفاض مضيق بنما إلى تحت مستوى ماء البحر في ذلك العصر، بل أن تيار الخليج كان موجوداً أثناءه وكانت مياهه الدفيئة من عوامل ازدياد الرطوبة وتكوين الثلوج في مركز الجليد باسكنديناوه.

نظريات تتصل بعناصر الهواء.

وهذه النظريات ترجع أسباب العصور الجليدية إلى ما يحدث من تغيير في كمية ثاني أكسيد الكربون أو في كمية الغبار الجوي لما لهما من أثر كبير في حرارة الجو وفي المناخ بوجه عام:

تأثير ثاني أكسيد الكربون: يوجد ثاني أكسيد الكربون في الهواء بنسبة ثلاثة أجزاء لكل عشرة آلاف جزء، وعلى الرغم من هذه النسبة الضئيلة فهو يلعب دوراً مهماً في حرارة الجو، وبزعم الباحث "أرهينيس Arhenius" أن زيادة قليلة في مقداره تسبب مناخاً معتدلاً في كل الجهات القطبية، بينما لو قلت نسبته أحدث عصراً جليدياً.

والمعروف أن هذا الغاز يتولد بطرق مختلفة، مثل تحلل المواد العضوية أو احتراق المواد الكربونية المركبة، أو خروجه من باطن الأرض أثناء الثورات البركانية، كما أنه ينقص بعامل نمو النبات، أو بما يحدث من تعرية جوية في الصخور، أو بما يذوب منه في الماء. ولذا يقول "أرهينيس" إنه كان من أثر ازدياد نمو النباتات التي تكون منها الفحم في العصر الفحمي أن قل ثاني أكسيد الكربون في الجو بحيث ترتب على ذلك تكوين العصر الجليدي البرفحمي.

ويزعم "تشمبرلين Chamberlin" وغيره من الجيولوجيين أن عامل التعرية الجوية في الصخور أبلغ أثراً في نقص ثاني أكسيد الكربون من أثر النباتات، وأن ما يحدث من ارتفاع في الأرض نتيجة لحركات تكتونية (باطنية) يعرض جزءاً كبيراً من الصخور لعملية التعرية الجوية، مما يستنفد كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون تهبط على أثرها حرارة الجو. وعندما تتكون سهول التعرية ويطغى البحر على جانب من القارات يقل تعرض الصخور لأثر التعرية فيزداد انطلاق ثاني أكسيد الكربون ويعتدل المناخ.

تأثير الغبار البركاني: وأدلى الباحث" همفري Humphery" بنظرية مفصلة لتكوين الجليد نتيجة لانتشار الغبار البركاني في الجو. فهذا الغبار يعلو في الجو حتى يصل إلى طبقة "الستراتوسفير Stratosphere" أو منطقة الحرارة المتعدلة التي تنعدم فيها مظاهر التكاثف من بخار أو ثلج أو مطر وهو يحجب الإشعاع الشمسي بقدر أشد بكثير من أثره في احتفاظ الجو بحرارة الإشعاع الأرضي.

ويقول "همفري" إن ازدياد تكوين هذا الغبار ينشأ عنه انخفاض درجة الحرارة وتكوين الجليد، وهو يعتقد أنه في خلال المائة والستين سنة الأخيرة قللت الثورات البركانية العنيفة، بما أخرجته من غبار درجة الحرارة إلى نحو لو بلغ ثلاثة أو أربعة أضعافه لهبطت بخط الثلج الدائم إلى ما يقرب من ٣٠٠ مترا عن حده الحالي، ولكان ذلك كفيلا بتكوين عصر جليدي معتدل، ويذكر "همفري" أنه لم يقم ما ينفي حدوث انفجارات بركانية عنيفة وطويلة الأجل قبل عصري الجليد البرفحمي والبليوستسيني.

ومما يجدر ذكره في معرض الاعتراض على نظرية "همفري" ما تفترضه بعض الآراء من أن الثورات البركانية العنيفة طويلة الأجل تسبب حالة اعتدال في مناخ العالم لما تخرجه البراكين أثناءها من ثاني أكسيد الكربون ويتردد كثير من الجيولوجيين في قبول نظرية (همفري) أيضا.

نظريات تتصل بالنواحي الفلكية:

ومن أشهر هذه النظريات نظرية الباحث كرل "Crell" وتتلخص في أن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا بل هو بيضاوي؛ وأن استطالة المدار تتغير في حدود معلومة ويكون لها أثر كبير في تغير الحرارة في جو الأرض.

فعندما يكون المدار قريباً من الاستدارة فإن أطوال فصول الصيف تقرب من أطوال فصول الشتاء، لأن المسافة في هذه الحالة بين الأرض

والشمس لا تختلف كثيراً بين الصيف والشتاء، وعندما تزداد استطالة المدار فإن السنة لا تنقسم انقساماً فصلياً متعادلاً.

ففي الوقت الحاضر مثلا تزداد أطوال فصول الصيف في نصف الكرة الشمالي عن أطوال فصول الشتاء بنحو ثمانية أيام، والعكس في نصف الكرة الجنوبي.

وقد وضعت دجوال لتبين التغيرات التي طرأت على مدار الأرض منذ ثلاثة ملايين من السنين. ويقرر "كرل Croll. أن الفترات التي ازدادت فيها استطالة المدار هي فترات عصور الجليد، لأن في هذه الفترات التي ازدادت فيها أطوال فصول الشتاء عن متوسط طولها بقدر ٢٦ يوما تقريبا اشتدت برودة فصل الشتاء وتراكم الثلج في نصف الكرة الشمالي على سطح الأرض فلم تذبه حرارة فصول الصيف، وبتوالي ذلك التراكم تكونت الغطاءات الجليدية.

وقد أدى ذلك إلى تقوية الرياح التجارية الشمالية الشرقية نظراً لازدياد الفرق الحراري بين الأقطار القطبية الشمالية وبين جهات خط الاستواء، وعلى ذلك استطاعت هذه الرياح الزحف على نصف الكرة الجنوبي، وتحول جزء كبير من تيار الخليج إلى سواحل البرازيل فأدفأ الجزء الجنوبي من المحيط الأطلنطي بينما ازدادت برودة الجزء الشمالي فيه.

ويقول "كرل" إن الآية تنقلب كل نحو ١٣.٠٠٠ سنة. فتطول فصول الصيف في نصف الكرة الشمالي ويختفي الجليد وتضعف الرياح

التجارية الشمالية الشرقية وتقوى الرياح التجارية الجنوبية الشرقية فتدفع جزءاً كبيراً من التيار الاستوائي الدافيء إلى خليج المكسيك وإلى أجزاء المحيط الأطلنطي الشمالية، فيساعد ذلك على تدفئته حتى يمكن نمو الغابات المعتدلة في جرينلند والأقطار القطبية الشمالية.

ويقرر "كرل Corll" أن اختلاف شكل المدار ليس بالسبب المباشر إذن في تكوين الجليد بل إن السبب المباشر هو ما ينشأ عن ذلك من تغير دورات الرياح والتيارات البحرية.

وقد لقيت هذه النظرية أيضاً – رغم التسليم بكثير من الآراء القيمة التي تفرعت منها – اعتراضات كثيرة، إذ ثبت أن فترات البرودة والتكوينات الجليدية حدثت في وقت واحد في نصفي الكرة الأرضية.

ومن النظريات الفلكية نظرية الباحث دريسن "Drayson" التي تفترض أن مقدار ميل محور الأرض على مستوى الفلك الذي يبلغ الآن ٢٣.٥º يتغير إلى حد أقصى يبلغ ٣٥.٥º. ويعتقد دريسن أنه في حالة بلوغ الأرض في ميلها ذلك الحد ينشأ عصر جليدي بحيث ينطبق أقصى حد لميل المحور على أقصى حد لانتشار الجليد.

وقد قام "دي هوساي De Hosay" بعمل خط بياني لعصر الجليد الأخير يدل على أنه بدأ منذ نحو ٢١.٠٠٠ سنة، وبلغ أقصاه منذ نحو ١٤.٠٠٠ سنة. وانتهى منذ نحو ٦٠٠٠ سنة ووجد أن هذه التقديرات تنطبق على تقدير "دريسن". وتمتاز هذه النظرية بافتراض انتشار الجليد في

كل من نصفي الكرة الأرضية في وقت واحد لا بالتناوب كما افترض (كرل).

ولكن يشوب تلك النظرية بوجه خاص ما دلت عليه الأبحاث من أن الجليد بدأ يتقهقر في وادي المسيسبي منذ نحو ٣٠.٠٠٠ سنة، وأنه زال عن نياجرا منذ نحو ٢٥.٠٠٠ سنة. ولا تصلح نظرية (دريسن) لتعليل مثل هذه الحقائق.

وهناك زعم بأن انتشار الجليد البرفحمي في المناطق المدارية والمناطق دون المدارية يرجع إلى انتقال محور الأرض، بحيث كان القطب الجنوبي وسط المحيط الهندي، وأن الجليد تكون حول تلك المنطقة القطبية. ولكن هذا الزعم كان يصح لو أن بقايا الجليد كشفت نقط في الهند وجنوب إفريقية وأستراليا، ولكن كشفها كذلك في أمريكا الجنوبية ينقض هذا الزعم ما لم يرتبط بنظرية تزحزح القارات فيما ذهب إليه "فجنر wegner". كما أن افتراض وجود القطب الجنوبي وسط المحيط الهندي يستلزم افتراض وجود القطب الشمالي بالقرب من الحدود بين المكسيك وولاية تكساس، أي في منطقة تبعد كثيراً عن المنطقة التي عرف انتشار الجليد فيها بأمريكا الشمالية.

وثمة آراء ومذاهب أخرى شتى تحاول تفسير العصور الجليدية، وأخصها ما يرجع النبضات الحرارية لجو الأرض، وما ينشأ عنها من عصور تتفاوت بين الحرارة والبرودة، إلى اختلاف انطلاق الإشعاع الشمسي في

دورات مختلفة ترتبط بدورات البقع الشمسية أو الكلف الشمسي (Sun-spots) وما ينشأ عند ظهورها من انطلاق الأشعة البنفسجية التي تحول جزءاً كبيراً من أكسجين الجو إلى غاز الأوزون، وهو يشبه كثيراً في أثره الغبار البركاني الذي يترتب على تكاثره في أعلى الفضاء احتجاب جانب من أشعة الشمس، واشتداد البرودة، وحدوث التكوينات الجليدية.

ومهما يكن من شيء فإن تلك الآراء والنظريات – كما سبق أن ذكرنا – لا تزال في عداد الافتراضات التي لم تتضافر كل الدلائل على تأييدها أو التسليم بصحتها.

على أننا لا يمكن أن ننكر الآثار الجلية التي تشهد بما نال الأرض من انتفاضات أو رعدات حرارية أصابت الأرض في مختلف الأزمنة والعهود وأثرت بذلك في توجيه الأحداث الحيوية الخطيرة التي تتصل بذلك الكوكب العظيم.

وكان لتلك التغييرات الحرارية الكبيرة التي تمثلت في الغلاف الجوي للكرة الأرضية أثرها البالغ في الانفعالات الظاهرية للأرض، فقد تحكمت في العوامل الظاهرية التي تعمل بدورها على تغيير وجه الأرض وهي عوامل الجو والرياح والمياه الجارية والجليد ووجهت كلا من تلك العوامل وجهات تختلف في آثارها بين العنف والضعف وبين النشاط والخمول.

تأثير الغلاف الجوي

يعد عامل الجو من أهم العوامل التي تؤثر في تغيير سطح الأرض ويقصد بالجو الهواء في حالة سكونه، وهو يعمل على تآكل الصخور وتفتيتها إما بالطريقة الكيميائية التي تتمثل فيما يحمله الهواء من بخار الماء وغازات أخرى تؤثر في إذابة الصخور وتفتيتها لاسيما الصخور الهشة وإما بالطريقة الآلية التي تتمثل في تغلغل ذلك البخار داخل مسام الصخور وتجمده في الجهات الباردة فيزداد حجمه ويصبح كالديناميت أثراً في تهشيم الصخور.

وتتمثل الطريقة الآلية أيضاً في التأثير الحراري للهواء في الجهات القارية ذلك التأثير الذي من شأنه تمدد الصخور نهاراً وتقلصها ليلا والعمل بذلك على تفكيك أجزائه وتفتيتها.

ولعل من أبلغ آثار عامل الجو في وجه الأرض تكوين التربة، وهي بحق قوام الغلاف الحيوي للأرض، ويكون الغلاف الجوي غطاءً حول الكرة الأرضية يابسها ومائها وتعرف الطبقة السفلية منه باسم "التروبوسفير" وهي تمتد إلى ارتفاع ٩.٥ ك م تقريبا وهذه الطبقة هي التي تحدث فيها الظاهرات الجوية كالسحب والأمطار والعواصف والثلوج وغيرها وتشتمل هذه الطبقة على نحو ٤/٥ الهواء جميعه.

وتلي طبقة التروبوسفير، طبقة الستراتوسفير، وتمتد إلى ارتفاع يبلغ ٨٠ كيلو متراً فوق سطح الأرض، وهذه الطبقة خالية من الرطوبة، كما أن درجة الحرارة فيها ثابتة وتبدو السماء فيها زرقاء صافية.

ثم تلي هذه الطبقة طبقة الأيونوسفير، وتتكون من الهواء المخلخل الذي لا تزيد كميته على جزء من مائة من كمية الهواء الجوي، وهذه الطبقة هي الحد الفاصل بين الجو والفضاء الخارجي، وهي تحمي معالم الحياة على سطح الأرض من أضرار الأشعة فوق البنفسجية، كما أنها عامل مهم لانعكاس موجات الراديو بدلا من تشتتها في الفضاء.

ويتركب الهواء من غازات أهمها الأزوت الذي تزيد نسبته في الهواء على ثلاثة أرباعه، والأكسجين وثاني أكسيد الكربون فضلا عن المواد العالقة مثل البخار والغبار.

ولقد عني الإنسان بدراسة الأحوال الجوية لتنظيم حياته وأعماله وأوجه نشاطه المختلفة لاسيما بعد اهتمامه حديثا باجتياز أجواز الفضاء فأصبح المناخ والطقس من الموضوعات الأثيرة بالبحث والعناية.

والمناخ هو متوسط حالة الجو في شهر أو فصل أو سنة من حيث درجة الحرارة والرطوبة وانتقال الرياح واتجاهها وأثر ذلك في تكوين السحب وسقوط الأمطار أو الثلوج وفي تقلبات الجو بوجه عام.

أما الطقس فهو متوسط حالة الجو في ساعة معينة أو يوم أو بعض يوم من حيث تلك الأمور.

وعناصر المناخ الأساسية هي الحرارة والضغط الجوي والرياح والرطوبة والتكاثف.

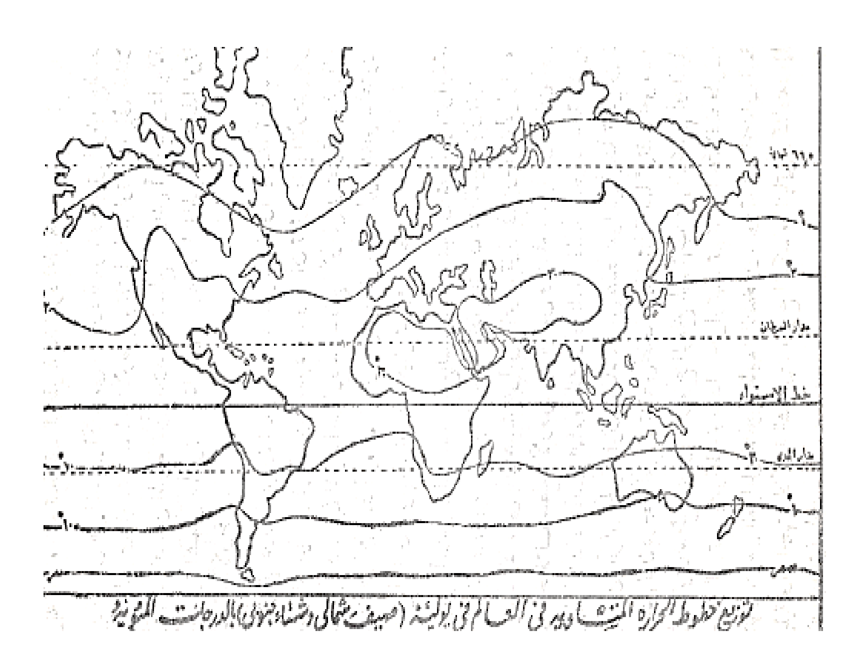
أولا: الحرارة، وهي أهم عناصر المناخ فهي من العوامل الأساسية لنشأة الحياة على سطح الأرض، وهي التي تؤثر في تمدد الهواء أو تقلصه وفي اختلاف وزنه أو ضغطه وتحويله إلى الرياح، كما أنها تؤثر في مقدار رطوبة الهواء وفي تكاثف الرطوبة بمظاهره المختلفة. والشمس هي المصدر الأساسي لحرارة الجو، ويخترق الإشعاع الشمسي الغلاف الجوي فيسخن سطح الأرض وتنتقل الحرارة منه إلى الغلاف الغازي؛ فيسخن الهواء من ملامسته لسطح الأرض أكثر مما يكتسبه من حرارة الشمس مباشرة، ولذا فإن درجة حرارة الهواء تقل كلما ارتفعنا عن سطح الأرض.

وتبلغ درجة حرارة الجو ذروتها اليومية نهاراً عندما تسقط أشعة الشمس عمودية أو قريبة من العمودية. وبما أن تأثر سطح الأرض بحرارة الشمس واكتساب الهواء الحرارة من سطح الأرض يستغرق بعض الوقت فإننا نلحظ أن أشد أوقات النهار حرارة وهو بعد الظهر بنحو ساعتين، كما أن أقل أوقات اليوم حرارة هو قبيل شروق الشمس.

وعلى أساس ذلك قسم سطح الكرة الأرضية إلى منطقة استوائية حارة تليها شمالا وجنوبا منطقتان معتدلتان تنهيان بمنطقتين باردتين، على

أنه يجب ألا ننسى بأن هناك عوامل أخرى تؤثر في درجة الحرارة، من أهمها اختلاف سطح الأرض بين اليابس والماء؛ فاليابس يسخن أو يبرد بدرجة أشد مما يحدث للماء وذلك لأن للماء سطحا متحركا مصقولا يعكس جزءًا من حرارة الهواء فوق الماء. ومن هذه العوامل أيضاً تضرس سطح الأرض لأن درجة الحرارة تنقص تحت درجة مئوية كلما ارتفعنا نحو ١٥٠ متراً عن مستوى سطح البحر. ونوع الرياح التي تهب على الإقليم أو التيارات البحرية التي تمر بشواطئه ومقدار حرارتها. ثم تأثير اختلاف طول الليل والنهار، ومن العوامل الثانوية طبيعة الصخور، ومقدار انحدار السفوح الجبلية ومواجهتها لأشعة الشمس، ونوع الكساء النباتي وكثافته إلى غير ذلك من المؤثرات.

وتقاس درجات الحرارة في مختلف أنحاء العالم، وتقدر المتوسطات الحرارية اليومية والشهرية والفصلية والسنوية لكافة هذه الجهات، ثم ترسم الخرائط لخطوط الحرارة المتساوية التي تصل بين الجهات ذات المتوسطات الحرارية المتساوية.


توزيع خطوط الحرارة المتساوية في العالم في يوليه (صيف شمالي وشتاء جنوبي) بالدرجات المئوية

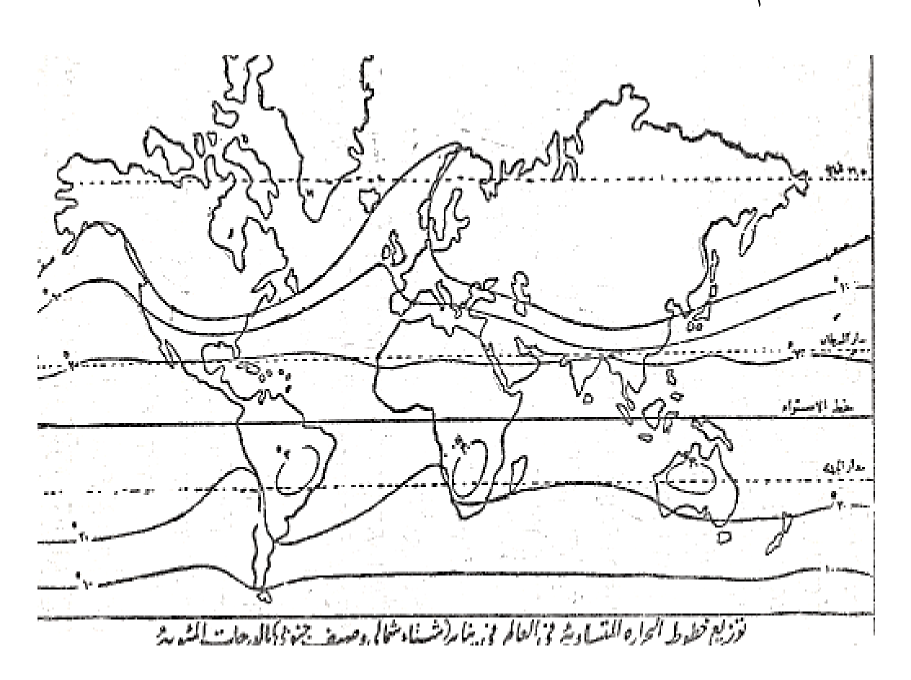
ولخرائط خطوط الحرارة المتساوية السنوية أو الفصلية أهمية خاصة لأنها تبين المتوسط الحراري في الصيف وفي الشتاء، ويعرف الفرق بين المتوسطات اليومية والفصلية "بمدى الحرارة" الذي يساعد في الحكم على المناخ إن كان قاريا متقلبا أو جزريا معتدلا، ويلاحظ أن هذه الخطوط تمتد على الخرائط مستقيمة في بعض الجهات ومنحنية أو شديدة الانحناء في جهات أخرى، وذلك لأن القرب أو البعد عن خط الاستواء ليس وحده العامل المؤثر في حرارة المكان بل تلعب العوامل الأخرى التي سبق ذكرها دورها في ذلك.

ومن الخريطتين المبينتين يمكن استنباط أن أشد جهات العالم حرارة في الصيف توجد في قلب الجهات المدارية (حول مداري السرطان والجدي) لاسيما الجهات الصحراوية المتاخمة لمدار السرطان في إفريقية وآسيا، وأن

أشد جهات العالم برودة في الشتاء تقع في الجهات الشمالية من القارات وبخاصة في شمال قارة آسيا حيث اتساع رقعة اليابس.

ثانياً: الضغط الجوي والرياح:

وهو وزن الهواء فوق نقطة معينة من الأرض، ويقدر عند مستوى سطح البحر بما يعادل وزن عمود من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سم، وقد قدر وزن الغلاف الهوائي كله بنحو ٥٥٠٠ مليون طنا تقريباً، كما قدر ما يحمله جسم الإنسان في المتوسط من وزن الهواء بما يتراوح بين ١٢، ١٤ طناً عند مستوى سطح البحر، ولكن الإنسان لا يشعر به لأنه موزع على جميع أجزاء الجسم، ولأن الضغط الجوي خارج الجسم يعادل في الأحوال العادية ضغط الدم داخله.



توزيع خطوط الحرارة المتساوية في العالم في يناير (شتاء شمالي وصيف جنوبي) بالدرجات المئوية

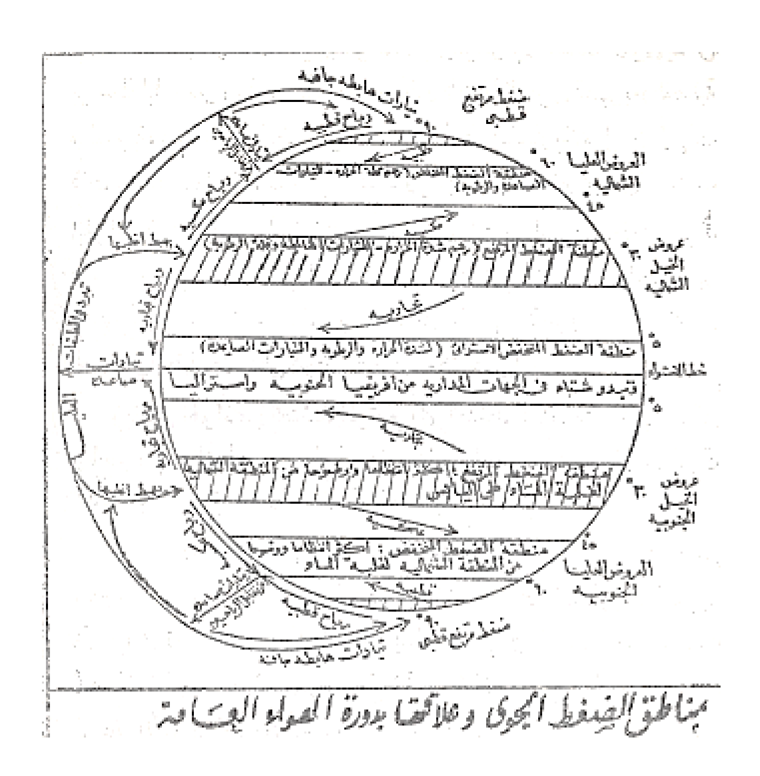
وكما تقاس درجات الحرارة بواسطة الترمومتر فإن الضغط الجوي يقاس بواسطة البارومتر، وتحسب أيضاً متوسطات الضغط الجوي الشهرية والفصلية والسنوية، وترسم خرائط لخطوط الضغط الجوي المتساوية لتصل بين الجهات ذات متوسطات الضغط المتساوية، الشتاء ويمكن استنباط تأثير عوامل اختلاف الحرارة في انحناءات خطوط الضغط المتساوية، فالضغط الجوي ينخفض حيث ارتفاع درجتي الحرارة والرطوبة وحيث توجد التيارات الهوائية الصاعدة بتأثير شدة الحرارة كما عند خط الاستواء أو تقابل الأهوية كما في منقطتي العروض العليا بين خطي عرض ٤٥º، 60º تقريباً.

وينتقل الهواء من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض على شكل رياح، ويشبه ذلك انحدار المياه من المرتفعات إلى المنخفضات، فإن كان الفرق شديداً بين منطقتي الضغط هبت الرياح شديدة عاصفة.

ويمكن أن نستنتج من الشكل المبين "مناطق الضغط الجوي" التوزيع العام للرياح على سطح الأرض كما يمكن ملاحظة انحراف الرياح إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي وإلى يسار اتجاهها في النصف الجنوبي وذلك لدوران الأرض حول محورها وما ينشأ عن ذلك من قوة الطرد وازدياد سرعة الأماكن كلما اقتربت من خط الاستواء.

وقد قام الباحث "فرل" بتسجيل نظام انحراف الرياح على سطح الأرض فيما يعرف "بقانون فرل".

وقد تهب الرياح عنيفة هوجاء نتيجة لاختلافات مفاجئة في الضغط، أو لتقابل جبهات هوائية مختلفة الحرارة وتتمثل في الزوابع أو العواصف وفي الأعاصير، وتبدو الأرض في هذه الحالات وكأنها خرجت بجوها الهائج الثائر عن طوره فتعصف الرياح بما تصادفه من الأخضر واليابس، وتحطم وتخرب وتثور لها مياه البحار وترغي وتزيد. ويتكهرب الجو وتنزل الصواعق. ويقف الإنسان أيضاً متعجباً إزاء نزوات أمه الكبرى التي طالما عهد فيها الحدب والحنان.



مناطق الضغط الجوي وعلاقتها بدورة الهواء العامة

وقد تهب الرياح هادئة رصينة فتفيض عذوبة وبشراً وتملأ القلوب سعادة وأمنا، وتوحي بالأغاريد والأهازيج، ومن تلك ما يعرف بالرياح

اليومية. والرياح في جملتها عامل نحت وتفتيت للصخور كعامل الجو، ولكنها تمتاز فوق ذلك بأنها تستطيع أن تنقل ما تحمله إلى مسافات يتوقف طولها على قوة الرياح، وعلى حجم ما تحمله من مواد، ثم هي ترسب تلك المواد فتساعد بذلك على تكوين المظاهر التضاريسية لسطح الأرض.

ومجالات الرياح متعددة؛ فهي تعمل في مناطق الغابات على اقتلاع الأشجار وتخلخل التربة، ونقلها من جهة إلى أخرى وهي تعمل في الجبال على نحت قممها وتعرية جوانبها، ويزداد أثرها في السفوح المواجهة للرياح، ولها أثرها الكبير في الجهات الساحلية حيث تنقل الرمال والصخور التي تفتتها الأمواج وتلقي بها قريباً من الساحل مكونة سلاسل من الكثبان أو التلال الرملية كما في كثير من جهات السواحل الشمالية لإفريقية وفي منطقة "لاندز" الساحلية في غرب فرنسا وعند سواحل هولندة.

وأبلغ أثر للرياح ما يبدو في الجهات الصحراوية الخالية من الأكسية النباتية، فهي تطمس معالم الصحراوات، وتغير من سطحها، وتكون بعض الأودية والمنخفضات فيها مثل أودية سيوة، وتعري تلالها وصخورها وتصقلها مكونة منها أشكالا مختلفة وتكون فيها الكثبان الرملية التي تمتد في سلاسل مئات من الكيلومترات كما في الصحراء الغربية لمصر.

ويكون امتداد الكثبان عادة طوليا مع اتجاه الرياح أما الكثبان العرضية فتمتد عمودية على اتجاه الرياح وتعرف بالغرود، وهي تكون عادة هلالية الشكل ويكون ظهر القوس المكون للكثيب في مهب الرياح

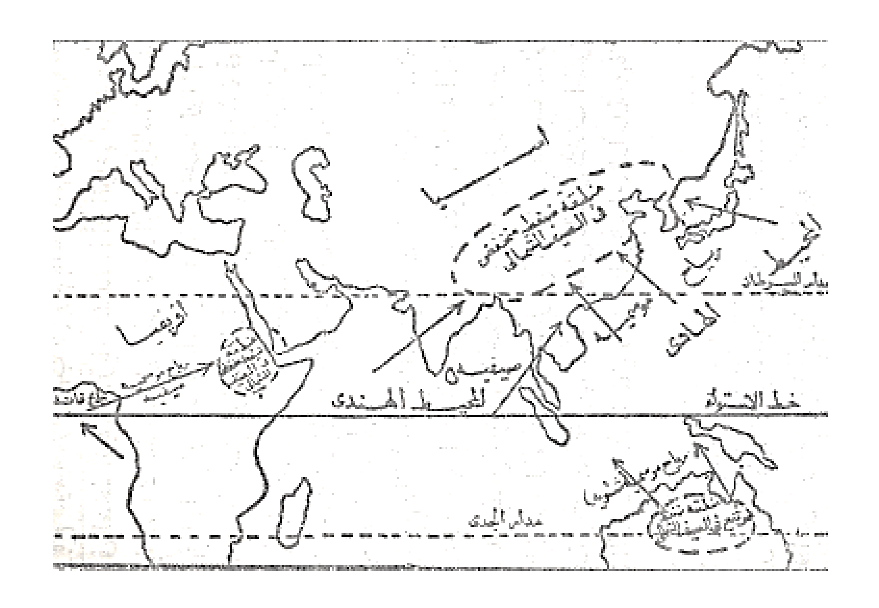
windward بينما يكون الجانب الآخر leeward مقعراً من أثر الدوامات الهوائية التي تحدث عند هبوط الرياح بشدة من قمة الكثيب. وتبدو هذه الظاهرة بأجلى وضوحها في الصحراء الغربية لمصر وفي الصحراء الإفريقية بوجه عام. وقد تنقل الرياح المواد الصحراوية وغيرها إلى جهات أخرى فتساعد على تكوين بعض الترباب مثل تربة "اللويس" في شمال غرب الصين. وكما أن الرياح تتأثر بالحرارة وتحمل الرطوبة فهي تؤثر في درجات الحرارة والرطوبة في الجهات التي تهب عليها، هذا فضلا عن اعتبارها عاملا نشيطا من أهم عوامل التعرية الظاهرية.

ويلاحظ في الشكل السابق المبين "لمناطق الضغط الجوي" أنواع الرياح الدائمة التي تمثل النظام العام لهبوب الرياح واتجاهها على سطح الكرة الأرضية، على أن هناك أنواعا أخرى للرياح تهب في مناطق خاصة وأهمها:

الرياح الموسمية: وهي إما صيفية أو شتوية، وترجع أسباب هبوبها إلى وجود مساحات واسعة من اليابس مجاورة لمساحات كبيرة من الماء في الجهات الحارة أو الدفيئة، مما يؤثر في اختلاف الحرارة والضغط بين اليابس والماء، فتهب الرياح الموسمية المطيرة على اليابس. وفي الشتاء تهب الرياح من داخل اليابس إلى البحر فتكون عادة جافة ما لم تمر على مساحات مائية فتكون مطيرة. ويمكن ملاحظة مناطق الرياح الموسمية على الخريطة التي تبين اتجاه هبوبها صيفاً.

الرياح المحلية: وتهب في جهات محدودة وفي فترات متقطعة وبغير انتظام، وهي تنشأ من اختلافات محلية في الحرارة والضغط تحدث عادة في فترات الانتقالات الفصلية لاسيما في فصل الربيع والخريف، ومن أمثلتها في مصر رياح الخماسين التي تهب في فصل الربيع على إقليم الدلتا في شكل زوابع، وهي تهب من الصحراء وتحمل رمالا تجعل الجو مغبرا خانقا.

ومن الرياح المحلية المسترال التي تهب على حوض نهر الرون، والبورا التي تهب على سواحل البحر الإدرياتي في البلقان، ورياح الفهن في سويسرة، والشنوك في جنوب كندا، والسروكوفي جنوب إيطاليا، والسولار في إسبانيا.



مناطق هبوب الرياح الموسمية صيفا (يولية)

الرياح اليومية: وهي تهب كل يوم بانتظام ما لم يتغلب عليها عامل آخر كتغير في الضغط أو هبوب رياح شديدة، وأهم أنواعها ما يحدث في الجهات الساحلية نظراً لاختلاف تأثير الحرارة بين اليابس والماء، ويعرف بنسيم البحر نهاراً ونسيم البر ليلاً، ويكاد لا يتعدى أثرهما نحو **٣٥** ك. م من الساحل إلى الداخل. ثم نسيم الوادي نهاراً ونسيم الجبل ليلا ويحدثان في الأدوية المحاطة بالجبال وبسبب عامل التضرس المحلي، فعندما يسخن هواء الوادي نهاراً يتمدد وينتشر على السفوح حتى يصل إلى القمم فإذا حل الليالي هبطت الأهوية باردة من الجبل.

الزوابع والأعاصير: وهي رياح غير منتظمة عنيفة الهبوب متغيرة الاتجاه تنشأ نتيجة اختلافات محلية مفاجئة وشديدة في الضغط الجوي، ويهب الإعصار بشكل حلزوني لاختلاف الضغط بين بؤرته وحوافه، وتبعاً لملاحظات "فرل" يكون اتجاه الرياح في أعاصير النصف الشمالي للكرة الأرضية وفق اتجاه عقارب الساعة وعكس ذلك في النصف الجنوبي، ومن أمثلتها الأعاصير الشتوية المطيرة التي تجتاح الجهات الساحلية من غرب أوروبا وشمال إفريقية.

ثالثاً: الرطوبة والتكاثف:

من الانفعالات الظاهرية ما يتصل بمظاهر التكاثف المختلفة، التي تنجم عن انخفاض درجة حرارة الهواء الرطيب نتيجة لتمدده أو انتشاره، أو

مقابلته جسما بارداً كرياح باردة، أو ارتقائه سطحاً عالياً، أو غير ذلك من الأسباب. ويتخذ التكاثف مظاهر مختلفة تبعاً لعوامله:

فإن تكاثف بخار الماء في الطبقات العليا تحول إلى سحاب، ويبدو وجه الأرض عند تلبد السماء بالسحب الكثيفة متجهما عابساً، وقد تعبر الأرض إذ ذاك عن انفعالها بالرعود القاصفة والبروق الخاطفة وبالأمطار المنهمرة المتدفقة، حتى إذا هدأت الثائرة وانقشعت السحب بدا وجه الأرض مشرقا باسما.

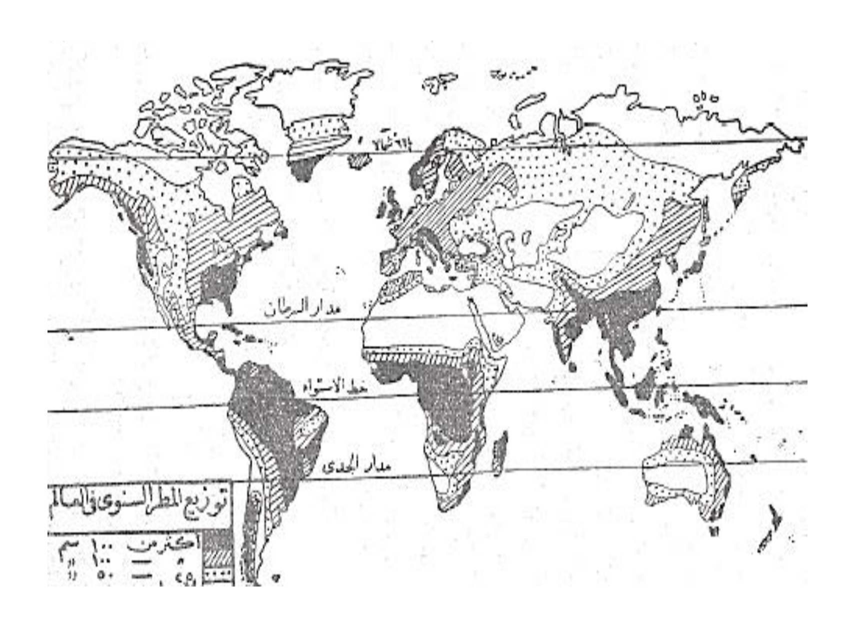
وإن تكاثف بخار الماء قريباً من سطح الأرض تحول إلى ضباب، فإن تكاثف على سطوح الأجسام الصلبة الباردة كأوراق الأشجار أو أسواق الحدائق أو ما إلى ذلك تكون الندى.

وإذا انخفضت درجة الحرارة انخفاضاً شديداً كما يحدث في الجهات الباردة تحول البخار قرب سطح الأرض إلى حالة التجمد مباشرة وتكون الصقيع على شكل بلورات ثلجية.

وإذا مر بخار الماء في طبقة جوية تقل حرارتها عن درجة الصفر تحول البخار مباشرة إلى الحالة الصلبة وتكون بذلك الثلج الذي يتساقط كالقطن المندوف في بلورات سداسية يتجلى فيها جمال الطبيعة على يد بارئ الكون.

أما المطر فهو يحدث إذا هبطت درجة الحرارة إلى ما دون درجة الندى (أو حالة تشبع الهواء بالبخار) بحيث لا تصل درجة الحرارة إلى درجة الصفر وإلا تجمد الماء المتساقط ونزل على هيئة كتل ثلجية ثقيلة تعرف بالبرد. والأمطار هي أهم مظاهر التكاثف الجوي لأنها تكون الأنهار كما أنها العامل الأساسي لنمو النبات وفلاحة الأرض. وتسقط الأمطار بانخفاض درجة حرارة الهواء الذي يحدث من انخفاض الضغط وارتفاع التيارات الهوائية إلى الطبقات العليا من الجو، أو من اصطدام الرياح بمرتفعات عالية، أو من مقابلة موجات هوائية باردة ولذلك يرتبط توزيع المطر بتوزيع مناطق الضغط العام وتحركاتها الفصلية، وبتوزيع اليابس والماء، وامتداد الجبال والهضاب العالية، كما يرتبط بنظام الرياح واتجاهها واختلاف أثرها بين شرق القارات وغربها.

ومن ذلك كان سقوط الأمطار منتظما في المناطق الاستوائية وفي العروض العليا وفي الجهات الموسمية وكانت ندرة سقوطه في الجهات المدارية والقطبية، ويلاحظ أن الرياح التجارية تسقط الأمطار على شرق القارات دون غربها الذي يسوده الجفاف وتنتشر فيه الصحراوات، وأن الرياح الغربية "westerlies" التي يطلق عليها العكسية تسقط الأمطار على غرب القارات دون شرقها وذلك في العروض التي تهب بينها.



وهناك جهات تتناوبها الرياح التجارية (صيفاً) والغربية (شتاء) مثل إقليم البحر المتوسط وما يشابهه في مختلف القارات فيغلب عليه الجفاف صيفاً وتسقط أمطاره شتاء.

وقد اصطلح على أن الجهات التي تزيد كمية المطر السنوي التي تسقط عليها على ١٠٠ سم تعد غزيرة المطر فإن كانت بين ٥٠ سم و١٠٠ سم اعتبرت متوسطة المطر، وإن كانت بين ٢٥ سم و٥٠ اعتبرت قليلة المطر وإن قلت عن ذلك كانت نادرة المطر أو عديمته، ويمكن ملاحظة توزيع الأمطار السنوية في العالم على الخريطة المبينة. هذا ويتجلى أعظم دور تلعبه الأمطار في تغيير ملامح وجه الأرض وفي تكوين الأنهار

الأنهار

وهي إما أن تكون مائية أو جليدية وكلها يمثل صفحة رائعة من صفحات الجمال في كتاب الطبيعة الخالد، فصفة الجريان الدائم في مياه الأنهار المائية بوجه خاص تسكبها سمة الحركة والنشاط وتطبع مظهر الكائن الأرضي بطابع الحياة، وعندما تذكر الأنهار ينصرف الذهن مباشرة إلى الأنهار المائية، وهي تتكون من الأمطار أو من ذوبان الثلوج أو الجليد أو من الينابيع الأرضية التي سبق تكوينها من هذه المصادر.

ويرتبط ظهور الحضارات القديمة بالأنهار ارتباطاً وثيقاً حيث استقر القدماء ومارسوا أعمال الري والزراعة وتقدمت معيشتهم وحياتهم الاجتماعية فاشتغلوا بالصناعات والأعمال الفنية، ويسرت الأنهار لهم سبل الملاحة وأمدتهم بالأسماك، كما أنها أصبحت مصادر مهمة للقوى المائية.

والأنهار بدورها من أقوى العوامل الظاهرية في تشكيل سطح الأرض وتعديل معالمه، فلكل نهر رسالة يؤديها تتمثل في نحت الجبال وتمزيق الهضاب وتكوين الأودية والسهول ونقل ما تنحته من المواد إلى الجهات الوطيئة من المجرى وإلى البحيرات والبحار حيث تبدأ في إرساب حمولتها، فإن أتم النهر رسالته وانتهى من تسوية سطح الأرض أتم بذلك دورة من دورات التعرية النهرية، فإن نشأ عن ذلك اختلال في توازن القشرة الأرضية برز العامل الباطني من جديد لإصلاح هذا الاختلال فترتفع بعض الجهات التي ألح النهر في نحتها وتهبط بعض الجهات التي اشتد إرساب

النهر فيها، وبذا يكتسب النهر قوة انحدار جديدة فيستأنف نشاطه ويبدأ دورة أخرى من دورات التعرية.

وحوض النهر هو مجموع الأراضي التي تنحدر نحو النهر، وأغلب الأنهار الكبيرة ذات أحواض مفتوحة، حيث تصب في المحيطات أو البحار الكبيرة أما الأنهار ذات "الأحواض المغلقة" فتصب غالباً في بحار أو بحيرات داخلية مثل نهر فولجا الذي يصب في بحر قزوين، ونهر الأردن في البحر الميت. وبعض الأنهار ذات الأحواض المغلقة تنصرف مياهها إلى منخفضات داخلية مثل خور الجاش في الحبشة أو إلى مناقع إسفنجية، كما في وسط أيرلندا.

ووادي النهر هو المنخفض الذي يقع على جوانب النهر ويمتد بامتداده وقد يكون شديد الضيق فيعرف "بالخانق" وتتكون الأودية بفعل النهر وما يسقط عليه من أمطار، هذا بخلاف الأودية التي تتكون بفعل القوى الباطنية كالأودية الالتوائية أو الانكسارية.

ويختلف مستوى المياه في الأنهار تبعاً لاختلاف مقدار سقوط الأمطار في مواسم السنة المختلفة كما هو الحال في نهر النيل، أو بتأثير عامل البخر وازدياده صيفاً حتى في الجهات الباردة كما في حالة كثير من أنهار إنجلترا. أو بتأثير ذوبان الثلوج خلال الربيع والصيف كما في نهر السين بفرنسا، هذا فضلا عن تأثير شدة انحدار مجرى النهر في الجهات الجبلية كما في غرب أمريكا الشمالية وكذا تأثير مدى مسامية صخور المجرى.

ومن عوامل احتفاظ بعض الأنهار بمستوى المياه فيها اتصالها بالبحيرات مثل نهر اليانجتسي بالصين، أو كثرة الروافد التي تتصل بالنهر مثل نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية، أو نمو الغابات أو الأعشاب في المجرى كما في حوض نهر سوبات حيث يمد النيل الأبيض بالمياه على أثر نقصان مياه الفيضان فيه.

وتتوقف سرعة النهر على كمية مياهه فتزداد السرعة وقت الفيضان كما تتوقف على مقدار انحدار المجرى فتزداد إن كان النهر قصيراً شديدا الانحدار.

وتتألف حمولة النهر من المواد الذائبة والرواسب المعلقة التي يختلف حجمها بين الصخور الكبيرة التي يعمل النهر على صقلها فتكون عادة مستديرة أو بيضاوية، وبين الذرات الدقيقة من الصلصال أو الرمل أو الحصى الصغير.

وتتجلى وظيفة النهر فيما يعرف بالتعرية النهرية، وتشمل النحت والنقل والإرساب، وهي عوامل متداخلة لا يمكن فصل أحدها عن الآخر، فالعلاقة بين النحت والنقل واضحة، وكذلك بين النقل والإرساب.

ويتوقف عامل النحت على سرعة النهر وكمية مائه وطبيعة صخوره، كما يتوقف على حمولة النهر ذاتها وعلى حالة الجو ومقدار صلابة صخور المجرى، وتتكون الأدوية النهرية بوجه خاص بواسطة النحت الرأسي الذي يحدث في القاع حفراً وعائية منفصلة لا تلبث أن تتصل، ثم يقل نشاط

النحت الرأسي ويقوى النحت الجانبي وتتعاون العمليتان في نحت الوادي وتشكيله، كما تساعد الأمطار على توسيعه، وينشط النهر في تكوين واديه بعد أن يجتاز منطقة المنابع العليا التي تكثر فيها المسايل والروافد النهرية الصغيرة حيث لم تتكون شخصية النهر بعد.

ومن بين مظاهر النحت النهري تكوين الشلالات حيث يكون قاع النهر غير منتظم الانحدار أو حيث تختلف صلابة الطبقات التي تنحدر فوقها المياه، ويتراجع الشلال عادة بالتدريج نحو المنبع بتأثير توالي النحت في القاع، وقد تنشأ الجنادل في مجرى النهر نتيجة لاختلاف صلابة صخور المجرى وبروز الصخور الصلبة منها بعد تآكل الطبقات اللينة في المجرى.

أما عامل النقل فيتوقف على سرعة التيار وعلى كمية مياه النهر كما يتوقف على حجم المواد التي يحملها النهر وعلى وزنها، فالجلاميد والحصى الكبير ترسب في الأجزاء العليا القريبة من المنابع بينما تصل المواد الدقيقة كالرمال والغرين إلى قرب المصب.

وتبدو ظاهرة الإرساب عندما يقل انحدار النهر ويتسع مجراه أو عندما يتصل ببحيرات أو يمر بمنافع أو عندما يضعف تياره لالتقائه بالروافد أو بمياه البحر، أو عندما تعترض مجراه الجزائر والسدود النباتية. وفي هذه الحالة تكثر في النهر المنعطفات والتعاريج وتتكون البحيرات المقتطعة التي تنفصل عن المجرى لشدة تعرجه، كما تتكون الجزائر الرسوبية في المجرى ذاته وهذه الظاهرات تبدو عادة في المجرى الأدنى للنهر حيث

تمتد السهول الرسوبية تدريجياً في البحر أو البحيرة التي يصب فيها النهر، فسهل المجر الخصيب مثلا أصله بحيرة كبيرة ملأها نهر الدانوب برواسبه.

وإذا بلغ ضعف المجرى أقصاه قرب المصب انقسم إلى فروع مكوناً دلتا النهار، ويساعد على ذلك ضحالة المجرى واتساعه وازدياد كمية الرواسب وضحالة البحر عند الشاطئ وقلة تعرضه للأمواج أو التيارات البحرية.

ودالات الأنهار عادة في نمو مستمر ما لم يحل دون ذلك التحكم في النهر بإقامة السدود عليه. ومن خصائص الدالات الحديثة كثرة المناقع والبحيرات فيها، وكثيراً ما تتراكم الرواسب عند الموانىء القائمة عند مصب النهر، حتى تنأى بها عن البحر فتشل حركتها الملاحية كما حدث عند دمياط ورشيد على جانبي دلتا النيل، ولذا تنشأ الموانى الشهيرة بعيدة عن تأثير الرواسب مثل الإسكندرية ومرسيليا وغيرهما، كما أنها تنشأ عند مصبات الأنهار التي لا تصب بدالات بل لها "مصبات خليجية" "Estuaries" تكونت غالباً بعوامل تكتونية (باطنية) مثل همبرج على مصب نهر إلب في ألمانيا، ونيويورك على مصب نهر هدسن في شرق الولايات المتحدة، ولندن على مصب نهر تيمز في إنجلترا والمعروف أنه لو ارتفع مستوى البحر المتوسط بمقدار ٨٠ متراً لتكون داخل وادي النيل خليج ضيق يمتد إلى ما وراء "كوم أمبو".

وقد يصب النهر بمجرد فتحة تعرف بفم النهر، كبعض أنهار إسبانيا، ويمكن تقسيم مجاري الأنهار العادية إلى ثلاثة أقسام وهي المجرى الأعلى للنهر ويمتاز بسرعة التيار وقوة التفتيت والتدمير وضيق الوادي وكثرة الشلالات والجنادل، ولا يصلح النهر في هذا المجرى للملاحة. والمجرى الأوسط وتجتمع فيه ظاهرة النحت والإرساب ويكون عادة صالحاً للملاحة. والمجرى الأدنى حيث ضعف التيار وكثرة الإرساب وتكوين المنعطفات والجزائر والبحيرات المتقطعة والسهول الرسوبية والدالات على أن هناك أنهارا لا تلتزم ذلك التقسيم نظراً لظروفها التضاريسية أو المناخية.

ومن مظاهر التعرية النهرية عندما يشترك نهران أو أكثر في منبع واحد أو ما يسمى (بخط تقسيم المياه) أن النهر أو رافد النهر الأقوى والأشد انحداراً يستطيع تعميق مجراه وإطالته في جهة النهر الضعيف المقابل له حتى يشتبك بمرور الزمن به مخترقا خط تقسيم المياه بعد نحت ما يفصلهما من صخور، وعندئذ يبدأ في اجتذاب مياه النهر أو الرافد الضعيف حتى يحولها إلى مجراه ويقتطعها من النهر الأصلي، وكأن بعض الأنهار بذلك تخوض معركة تنتهي ببقاء الأصلح، وتعرف هذه الظاهرة بالقرصنة النهرية أو الأسر النهري "River Capture".

الأنهار الجليدية: وهي أيضاً من عوامل تغيير سطح الأرض، وتنشأ الأنهار الجليدية من تراكم الثلوج في مساحات كبيرة تراكما من شأنه أن يحول ندفات الثلج الخفيفة بفعل التضاغط إلى كتل من الجليد تغطي مساحات واسعة من الأرض وتعرف بالغطاءات أو القبعات الجليدية. وقد

يبلغ سمك الجليد بها آلاف الأمتار كما في جزيرة جرينلاند وفي القارة القطبية الجنوبية، وهي تتحرك ببطء شديد غير محسوس فإن وصلت إلى البحر تكسرت أطرافها وخرجت منها كتل منفصلة إلى عرض البحر لتطفو على سطحه مكونة ما يعرف بالجبال الجليدية (Jcebergs) التي تنقلها التيارات المائية الباردة إلى مسافات بعيدة، وتكون خطراً داهماً على الملاحة كما في شمال المحيط الأطلنطي، وقد تحمل في طياتها مواد عضوية لا تلبث أن ترسب عند ذوبان الجليد حين يلتقي (جبل الثلج) بتيار بحري دفيء، فتكون هذه الرواسب مناطق غنية بصيد الأسماك كما عند جزيرة نيوفولاند بشرق كندا.

وتنحدر من الغطاءات أو القبعات الجليدية أنهار جليدية تعرف بالثلاجات "Glaciers" ولهذه آثار واضحة في شق الأودية وتعميقها وتكوين التربة ونقل الركام "Morraines" أو إرسابه، وتكوين التجاويف التي قد تتحول إلى بحيرات؛ وتكوين الممرات الجبلية والفيوردات أو الخلجان الشاطئية. هذا فضلاً عن أثرها في الإسهام في تكوين بعض سهول التعرية أو النحات.

من ذلك نرى أن القشرة الأرضية واقعة بين المطرقة والسندان: مطرقة القوى الباطنية التي تعمل على حفظ توازنها، وسندان القوى الظاهرية التي نحاول بين آن وآخر الإخلال بذلك التوازن، وبين هاتين القوتين تجري الحياة بمختلف ضروبها وأساليبها على ظهر البسيطة. ومن المسلم به أن الأرض اليوم تختلف اختلافاً بيناً عما كانت عليه وقت شبابها

الباكر، كما أنها ستكون في المستقبل أكثر تبايناً وأبعد صورة مما هي عليه الآن، فهي في ذلك تخضع لسنة النشوء والتطور شأن الكائنات الحية.

ويحق لنا أخيراً أن نلم إلماماً سريعاً بالغلاف الحيوي للأرض الذي يتمثل في كل من الغلاف النباتي والغلاف الحيواني الذي تفرعت منه الكائنات البشرية، ويعد الغلاف النباتي والغلاف الحيواني حلقة اتصال بين الظاهرات الطبيعية والحياة البشرية.

وقد دل علم تاريخ الحياة وتطورها (palaeontology) وهو أحد فروع علم طبقات الأرض (الجيولوجيا) على أن أقدم البقايا التي وجدت للحيوانات والنباتات، والتي تتمثل في الحفريات، ترجع إلى طبقات ما قبل العصر الكمبري أو عصور الزمن الأول القديم، وأن الأرض كانت في العصر الكمبري مأهولة بأنواع عالية من أغلب المجموعات الحيوانية، عدا الحشرات التي لم تظهر إلا بعد ظهور النباتات البرية، وعدا الحيوانات الفقرية التي لم تظهر إلا في العصر السيلوري.

ونحن يهمنا في هذا المجال التعرف على الانتشار الطبيعي للنباتات والحيوانات، حيث أن الزراعة واستئناس الحيوان أمران يتصلان فيما بعد بالنشاط البشري.

الباب التاسع

الغلاف الحيوي للأرض

أولا- انتشار النباتات

للنبات الطبيعي أثره البالغ في النشاط البشري من حيث السكنى والهجرات ونوع الأعمال وتكوين البيئات المختلفة، وهذه البيئات إما أن تكون من القوة بحيث يخضع لها الإنسان فتحدد حياته ونشاطه كما في البيئات الاستوائية والصحراوية والقطبية، وإما أنها تكون من الاعتدال بحيث تربي ملكات الإنسان وتوحي بالسيطرة عليها وفرض ألوان من النشاط زراعيا كان أو صناعياً أو غيره.

وتشمل دراسة النباتات الطبيعية توزيعها واختلاف أنواعها والعوامل المساعدة على ذلك، كما تشمل خصائص كل نوع وأثره في النشاط البشري.

ويمكن إجمال عوامل نمو النباتات الطبيعية وانتشارها في العامل التضاريسي والعامل المناخي، فأما العامل التضاريسي فينصب على تأثير الارتفاع وميل الطبقات، ومقدار تعرضها وتعرض السفوح الجبلية لأشعة الشمس وللرياح السائدة، كما ينصب على أثر التربة من حيث أنواع الصخور التي تتكون منها ومقدار مساميتها وما يختلط بها من مواد عضوية أو معدنية.

وأما العامل المناخي فيشمل عامل الماء الذي تمتصه أجزاء النباتات فيسري فيها كالدورة الدموية وينقل إليها الغذاء، وفي الجهات الجافة ونادرة المطر يحتال النبات باختزان الماء فيه بشتى الوسائل، كطول الجذور كما في أشجار الكروم والزيتون، أو سمك الأوراق كما في أشجار التين الشوكي والصبير، أو صغر الأوراق حتى لا تتعرض كثيراً لعامل البخر كما في أشجار السنط. وفي الجهات التي يزداد فيها المطر على حاجة النبات فإن يتخذ عكس الوسائل السابقة للتخلص من الماء الزائد، ويشمل أيضاً العامل المناخي الأثر الحراري حيث أن كل نوع من أنواع النبات يحتاج إلى درجات حرارية خاصة لو تعداها كثيراً لهلك.

وقد تقاوم بعض النباتات شدة البرودة بوسائل شتى كنفض الأوراق والتضحية بها لمقاومة البرودة الشديدة أو الجفاف. أو بأن تكون إبرية الأوراق كي لا تتسع سطوحها للتأثر بالبرودة، وفي الجهات القطبية أو القمم الجبلية يكون النبات سريع النمو لاستغلال فصل الحرارة القصير كما في شمال سيبريا بآسيا وفي مراعي جبال الألب بأوروبا.

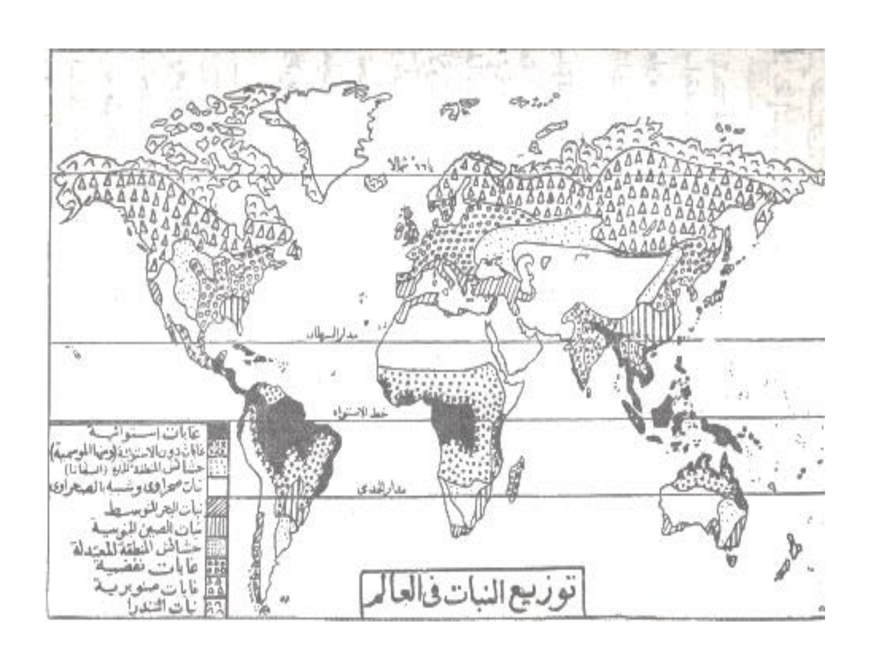
ويدخل في العامل المناخي أيضاً عامل الضوء فهو ضروري لنمو النبات، وهو يعوض قلة الحرارة في الجهات الباردة، ففي السويد مثلاً لا يستغرق نمو الشعير الربيعي في الشمال أكثر من ثلاثة أشهر حيث يبلغ طول النهار شهرين، بينما يستغرق نموه في جنوب السويد فترة تزيد على ذلك بأكثر من نصف شهر، وذلك على الرغم من ازدياد درجة الحرارة في

جنوب السويد عنها في شمالها ولكن لا يزيد طول النهار في جنوب السويد على ١٨ ساعة.

ويمكن تقسيم العالم إلى وحدات تخضع للعوامل الطبيعية المتشابهة كما في الخريطة المبينة "توزيع النباتات في العالم" مع ملاحظة خصائص كل من الأقاليم النباتية فيما يلي:-

أولا : نباتات الجهات الحارة ويشمل :

١- إقليم الغابات الاستوائية وأمطاره دائمة وتنمو فيه الأشجار العالية ذات الأغصان المتشابكة التي قد تحجب ضوء الشمس لشدة تكاثفها، ومن أشجارها النخيل وأشجار الكابلي العالية وأشجار الساج والمانجو والموز والأبنوس كما تتخللها النباتات الزاحفة غير المزهرة وتعرف "بالسرخسيات"، ويطلق على هذه الغابات في حوض نهر الأمازون بأمريكا الجنوبية اسم "السلفاس".



٢- إقليم الغابات المدارية وله شتاء جاف قصير، وأشجاره أقل كثافة من سابقه، وأوراق الأشجار صغيرة وتسقط في فصل الجفاف، ومن أهم أشجاره الخيزران والبنيان وأنواع من الأشجار الاستوائية، وتزداد به النباتات المتسلقة والطفيلية، وأغلب الأشجار الموسمية من هذا النوع.

٣- إقليم الحشائش المدارية (السفانا): ويمتاز بقصر فصل المطر الصيفي فتنمو الحشائش الطويلة التي قد يزيد طولها على ثلاثة أمتار، ولها دورة للنمو ثم تجف في الشتاء. وتنمو الغابات في الأودية المنخفضة وتشمل أشجار النخيل والسنط والكافور وأشجار الباوباب الضخمة التي قد يصل ارتفاعها إلى ٣٠ متراً وقطرها إلى ٨ أمتار ولا تحمل أوراقاً إلا في أطرافها. ومن أشجارها اليوفوربيا ذات الفروع

العديدة وهي تنمو في المناقع. ويعرف هذا الإقليم في أمريكا الجنوبية باسم "اللانوس" في حوض نهر الأورينوكو، و"الكامبوس" في جنوب البرازيل.

ثانيا: إقليم الصحراوات (الحارة)

وهو يمتاز بطول فصل الجفاف وقدرة المطر وقلة الرطوبة في الهواء وقد تحدث فيه عواصف مفاجئة تسبب المطر والسيل فتنمو النباتات المتفرقة طويلة الجذور قصيرة الجذوع صغيرة الأوراق كثيرة الأشواك، وقد يساعد تكوين الندى على نموها، ومن أمثلة أشجارها الصبير والسنط والنخيل والتين الشوكي. وقد تنمو كما في صحراء أريزونا بغرب الولايات المتحدة أشجار عالية تعرف "بالماموث" وقد يصل ارتفاعها إلى مائة متر.

وأشهر الصحراوات الحارة: الصحراء الكبرى وصحراء كلهاري في إفريقية، وصحراء العرب وصحراء إيران وصحراء منغوليا في آسيا، وصحراء أريزونا في أمريكا الشمالية، وصحراء أتكاما وبتاجونيا في أمريكا الجنوبية والصحراء الأسترالية. أما أوروبا فلا يوجد بها سوى منطقة شبه صحراوية شمالي بحر قزوين، وهذه الصحراوات يتفاوت بعضها عن بعض في درجات الحرارة.

ثالثا: نباتات الجهات المعتدلة الدفيئة، وهي تشمل:

١- نباتات إقليم البحر المتوسط، وتوجد في الجهات الغربية من القارات حيث الجفاف الصيفي وفصل المطر الشتوي الدافيء، وأشجارها دائمة الخضرة وبعضها يغالب فصل الجفاف باختزان المياه كنباتات الفصيلة البصلية، أو بسمك القشور كالفلين، أو بكثرة الأشواق كأشجار التين أو ما إلى ذلك. وتقل في هذا الإقليم النباتات العشبية لجفاف الصيف وانخفاض درجة الحرارة في الشتاء.

٢- وتعرف نباتات الجهات الشرقية من القارات في العروض المعتدلة الدفيئة بنباتات "الصين الجنوبية" حيث تسقط الأمطار طول العام تقريباً فتنمو به الغابات ومن أشجارها الخيزران والماجنوليا.

٣- أما الجهات الوسطى من هذه العروض فتعرف بإقليم الحشائش المعتدلة الدفيئة حيث الصيف المطير والشتاء الجفاف وتعرف في أمريكا الجنوبية بإقليم "البمباس".

رابعاً: نباتات الجهات المعتدلة الباردة وتشمل:

١- إقليم الغابات "النفضية Deciduous" حيث اعتدال الحرارة وسقوط الأمطار في أغلب أوقات فصول السنة لاسيما في الربيع والصيف وتنمو به الأشجار العريضة الأوراق والتي تتساقط في الخريف

والشتاء، وتنمو معها النباتات العشبية القصيرة الكثيفة التي تصلح للمراعي، ومن أهم أشجارها البلوط والقسطل والزان.

٢- ثم إقليم الغابات "الصنوبرية Coniferous" حيث تشتد البرودة ويسود الجفاف شتاء وتسقط الأمطار صيفاً كما تذوب الثلوج، وتنمو الأشجار الصنوبرية ذات الأوراق الإبرية وهي مستقيمة السيقان متينة الأخشاب، ومن أهم أشجارها الصنوبر والشربين وتعرف في سيبريا باسم "التاييجا".

٣- إقليم الحشائش الذي يعرف بالأستبس في أوروبا والسهوب في آسيا والبراري في أمريكا الشمالية، ويمتاز بالبرودة الشديدة شتاءً والحرارة الشديدة صيفاً، وتسقط أمطاره خلال مدة قصيرة في فصل الربيع. وتنمو به الحشائش إلى ارتفاع قد يصل إلى قامة الإنسان، وتنمو به الأزهار والنباتات البصلية الجميلة كالسوسن، وتجف الحشائش في فصل الصيف وتكسوها الثلوج شتاء.

خامساً: نباتات الجهات القطبية (التندرا)

حيث يسود الجفاف وشدة البرودة وتغطي الثلوج التي تكونها العواصف القطبية سطح الأرض ثم تتحول إلى جليد يكسو الأرض في أغلب شهور السنة، وتستنفد حرارة الفصل النهاري الطويل في إذابة الثلوج. وتدخل هذه الجهات في عداد الصحراوات فهي صحراوات

جليدية لا تنمو بها سوى الطحالب وبعض الشجيرات القصيرة وبعض الأزهار التي تنمو في فصل الصيف القصير ثم تذبل سريعاً.

سادساً: نباتات الجبال:

وتعد الجبال جزائر أو جيوبا نباتية وسط الأقاليم النباتية المختلفة حيث تتنوع النباتات تبعاً لاختلاف درجات الحرارة على المستويات المختلفة فنباتات الجبال الاستوائية العالية مثل جبل رونزوري تكاد تمثل الأقاليم النباتية المختلفة التي تنتشر على سطح الأرض بين خط الاستواء والجهات القطبية. وتنعدم النباتات على الجبال فوق خط الثلج الدائم وهو أكثر ارتفاعاً عن خط الاستواء وينخفض على الجبال تدريجياً كلما اتجهنا نحو القطبين حتى ينطبق على سطح الأرض عندهما، وأكثر المناطق النباتية اتساعاً على الجبال ما يعرف بالمراعي أو المروج الألبية، وتقع بين خط الثلج ونطاق الغابات الباردة على الجبل. وتمتاز المروج الألبية بصيف حقيقي يساعد على تخلص التربة من التجمد في فصل الشتاء كما يحدث في الجهات القطبية، ولذا يكثر نمو الأزهار بها، وتنمو الغابات أسفل المروج الألبية لتوفر الأمطار والحرارة.

ثانياً- انتشار الحيوانات

بدأ الاهتمام بموضوع انتشار الحيوانات في العالم، كما بدأ الاهتمام بكثير من المسائل المتصلة بعلم الحياة منذ نشر العالم دارون كتابه "أصل الأنواع" "Origin of Species" في منتصف القرن التاسع عشر عندما

قام برحلاته ومشاهداته العديدة على سفينته المشهورة "بيجل" "Beagle" التي أسفرت عن وضع نظرية الاختيار الطبيعي Natural Selection.

وقد بدت أمام دارون حقيقتان واضحتان: الأولى أنه ليس من الضروري أن تتشابه المجموعات الحيوانية في الأقاليم الطبيعية المتشابهة، فحيوانات أمريكا الجنوبية مثلا تكاد تتشابه في طول القارة رغم اختلاف الأقاليم الطبيعية التي تشملها القارة، والثانية أن تشابه الحيوانات أو اختلافها بين منطقة وأخرى يتوقف بوجه خاص على طبيعة الحدود والحواجز الطبيعية بينهما، فسلاسل جبال هيمالايا في شمال الهند تفصل بين أنواع مختلفة من الحيوانات.

وقد لوحظ أن توزيع الحيوانات يتأثر إلى حد كبير باختلاف المجموعات النباتية بين مناطق الغابات حيث توجد غالباً الحيوانات آكلة اللحوم Carnivorous ومناطق الحشائش حيث توجد غالباً الحيوانات آكلة العشب Hesbivorous، والمناطق الصحراوية.

ومهما يكن من أمر فإن الحيوانات أقل خضوعاً للظروف الطبيعية، ومن أسباب ذلك قدرة الحيوانات لاسيما الطيور على الحركة والهجرة، وكذلك بأن أغلب الحيوانات تستطيع الاحتفاظ في أجسامها بالتوازن الحراري الذي يساعدها على الانتقال دون التأثر بالتغيرات الحرارية مثل الحيوانات الثديية من بينها الإنسان، وهي التي تعرف بذوات الدم الحار،

وهي تختلف عن الحيوانات ذات الدم البارد التي تتبع درجة حرارة أجسامها درجة حرارة البيئة التي تعيش فيها كالأسماك والزواحف.

وهناك طيور خاصة لا تتعدى في انتشارها الجهات المدارية.

والمعروف أن التماسيح أيضاً لا تعيش إلا في الجهات المدارية، ولا تتعدى الأفاعي والضباب خط عرض ٦٢º شمالا تقريبا، كما أنها لا ترتفع فوق جبال الألب إلى أكثر من ألفي متر، كما أن هناك حيوانات وطيوراً أخرى أقل خضوعا للتأثير الحراري، كبعض النمور التي توجد في جهات باردة مثل منشوريا في الشمال الشرقي من آسيا، كما تشاهد بعض الطيور المدارية في الجهات الشمالية الباردة غير أن مثل هذه الحيوانات لا تلبث أن تكتسب بانتقالها صفات جديدة تؤهلها للسكنى في المناطق الباردة فيكون لها كساء من الشعر أو الريش أو الفراء. وبعض الزواحف والحشرات تقاوم البرد بقضاء فصل الشتاء في سبات عميق.

ويؤثر بعض الحيوانات في انتشار البعض الآخر فتوجد حشرات تفتك ببعض الحيوانات كذباب تسي تسي الذي يقضي على كثير من أنواع الحيوان كالخيول والثيران والكلاب، وبعضها يفترس البعض الآخر ليقتات بها، لذلك فإن كثيراً من الحيوانات تتخذ أساليب للهرب والاختفاء من أعدائها كسرعة العدو أو التشكل بالأشجار أو الصخور أو الرمال أو الجليد أو التلون كالحرباء بألوان البيئة. وقد يساعد الإنسان ذاته على اختفاء بعض أنواع الحيوان أو قلة انتشارها وذلك بالصيد أو المطاردة كما

حدث للثيران الوحشية bisons في أمريكا، كما قد يساعد على الإكثار من بعضها الآخر فقد أكثر مثلا من الخيول في أمريكا والأرانب في أستراليا، وقد يكون عاملا على نقل بعض الحشرات كالجرذان والطفيليات.

وعلى الرغم من هذه التأثيرات وما إليها فإن هناك تجانسا عاما بين حيوانات الجهات الباردة وحيوانات الجهات المعتدلة في نصف الكرة الشمالي حيث يتكتل أغلب اليابس وتقترب أطراف القارات عند الدائرة القطبية.

كما أن اختلاف الحيوانات بين بعض القارات الجنوبية والبعض الآخر يرجع إلى التاريخ الجيولوجي القديم لتلك القارات، فيوجد تشابه كبير بين حيوانات إفريقية ومدغشقر من جهة وحيوانات الهند من جهة أخرى.

من ذلك اصطلح العلماء على تقسيم العالم إلى مجموعتين حيوانيتين أساسيتين لكل منهما أقسام فرعية، وهما المجموعة الشمالية حيث المهد الأول للحيوانات الثديية العليا، والمجموعة الجنوبية التي نشأت فيها الحيوانات الجيبية Marsupials والطيور العداءة.

ويمكن التمييز في هذه الأقسام وفروعها بين البيئات الحيوانية الآتية:

أولا : حيوانات الغابات:

وتمتاز حيوانات الغابات الحارة بأن أغلبها متسلق خفيف الحركة قوى العضلات كالقردة ومنها الغورلا والشمبانزي ومثل النسانيس وأنواع الزواحف وبخاصة الأفاعي وكثير من الطيور مثل السنجاب، ومن الحيوانات المائية فرس البحر والسلحفاة المائية.

وهناك أنواع خاصة من الحيوانات في جزائر الهند الشرقية مثل الأراتج أوتانج من فصيلة القردة الراقية ومثل الضفادع الطائرة في غينيا الجديدة. ولا تعيش في مناطق الغابات الحارة الوعول أو الغزلان.

أما حيوانات الغابات المعتدلة سواء منها الدفيئة أو الباردة فهي عادة قليلة لقلة الغذاء وأغلبها من الطيور والحيوانات القارضة والقطط المتوحشة.

وتوجد في الجهات العشبية التي تتخلل الغابات الأرانب البرية والخنازير والثعالب والوعول والغزلان والذئاب والدببة، وهي تنتشر أيضاً في مناطق الغابات الصنوبرية الباردة.

ومن الحيوانات المائية مالك الحزين واللقلق وكب الماء.

ثانياً: حيوانات الجهات العشبية:

وتمتاز بأنها من ذوات الظلف (الحافر) والقرون للدفاع عن نفسها، كما أنها عريضة الأسنان لتلائم الغذاء العشبي، وسريعة الحركة للهرب من الأعداء أو الانتقال من حيث يجف العشب إلى حيث ينمو، وبعضها يجنح للخمول والاستكانة شتاء. هذا وتكثر الدببة في مناطق الأعشاب ولا توجد القردة.

ومن أمثلة حيوانات الأعشاب الحارة الوعول والزراف، وهي طويلة السيقان والرقاب والرؤوس ليساعدها ذلك على العدو هربا من الحيوانات الكاسرة كما يساعدها على تناول غذائها من الأشجار العالية ومنها الجاموس البري وحمير الوحش والخرتيت والكنغر وهو من الحيوانات التي تحمل صغارها في جيوب بصدرها، وهي توجد في أستراليا، ويستطيع الكنغر النهوض متكئا على قدميه الخلفيتين.

ومن حيوانات الحشائش أيضاً النعام وهو من الطيور العداءة، ومنها ما يختفي في الحجور نهاراً كالضباب والأفاعي.

وفي مناطق الانتقال بين الغابات الحارة ومناطق الحشائش الحارة تكثر الأسود والنمور والفيلة ومنها أنواع في أمريكا الجنوبية تعرف بالجاجوار (وتشبه النمور) والتابير (وتشبه الفيلة الصغيرة) والبوما (وتشبه الفهود).

أما حيوانات الحشائش المعتدلة (الإستبس) فمنها الغزلان والجمال ذات السنامين والحيوانات القارضة مثل الأرانب البرية واليربوع (ويشبه الكنغر ويتكئ على ذيله)، ومنها كلاب البراري وأنواع من الضباب والأفاعي التي تختفي في الجحور نهاراً وتسعى ليلاً، ومن أنواع الطيور السمان والقطا والنسور.

ومعظم حيوانات الحشائش المعتدلة تغالب جفاف الشتاء وبرده بالجنوح إلى الراحة والخمول.

ثالثاً: حيوانات الجهات الصحراوية:

ومنها ما يستطيع السير بسهولة فوق الرمال وتحمل الظمأ والجفاف الشديد مثل الجمال، أو ما له قدرة على العدو المحاق بالعشب كالوعول والغزلان، ومنها ما يختفي أيضاً بالنهار كأنواع من الزواحف مثل الضباب والأفاعي، وحيوانات الجهات الصحراوية عادة قليلة العدد ويزداد عددها عند الواحات وعلى هوامش الصحراوات، وغالبا ما تشبه في لونها لون الرمال أو الصخور الصحراوية.

رابعا: حيوانات الجهات القطبية:

ويمتاز أكثرها بالأجسام السميكة ذات الشحم والتي يكسوها الفراء، ولبعضها قرون تحفر بها الثلوج بحثاً عن العشب، ولبعضها هجرات سنوية إلى الجنوب شتاء وإلى الشمال صيفا، ومن أمثلتها الدببة والثعالب

والذئاب القطبية وهي من الحيوانات ذات الدم الحار ويزداد فراؤها بياضا في الشتاء ويقل في الصيف.

ومن الحيوانات القطبية بعض الحيوانات اللا فقارية وتكثر خلال فصل الحرارة القصير كالبعوض الذي يتوالد بكثرة عند الهوامش الشمالية لمناطق الغابات الصنوبرية، مما يضطر السكان إلى الهجرة نحو الشمال في ذلك الفصل.

ومن الطيور القطبية أنواع من الأوز والبط وطير البطريق (piuguen) الذي يسترعي برشاقته الأنظار عند السواحل.

خامسا: حيوانات الجبال.

ويلاحظ أن للثديية منها حوافر تساعدها على تسلق السفوح الجبلية مثل ألياك والتيتل، وتوجد في مناطق الغابات الجبلية العالية القردة والدببة السمراء والنمور الرقطاء (ذات الفراء الأبيض والبقع الرمادية) كما في غابات جبال الهيمالايا وهضبة التبت في آسيا، وهي تهاجر في الشتاء إلى السفوح الوطيئة، وبعض الحيوانات الجبلية تجنح للسبات شتاء مثل الدببة وكلاب البراري.

ومن أهم حيوانات الجهات العشبية الجبلية التيتل في جبال الألب بأوروبا، والياك في هضبة التبت بآسيا وأنواع مختلفة من الضأن والماعز وكلاب البراري.

ويحق لنا بعد هذه الإلمامة عن الغلاف الحيوي للأرض من حيث انتشار النباتات والحيوانات أن نحاول الوقوف على أسباب نشأة الحياة باعتبارها مظهراً من مظاهر قواها الديناميكية وآية الله في خلقه:

الباب العاشر

كيف نشأت الحياة وتطورت على سطح الأرض؟

دلت الدلائل كما سبق أن ذكرنا في موضع مولد الأرض على أنها كانت منذ مولدها تحتوي على أنواع الذرات اللازمة لنشوء الحياة وأخصها الكربون والأيدروجين والأكسجين والآزوت، وأن تلك الذرات هيأت نفسها بترتيب خاص لتكوين الخلية الأولى بفضل خواص ذرة الكربون التي تتألف من ست إلكترونات (كهارب) تدور حول نواتها المركزية كما تدور الكواكب تماما حول الشمس.

ولا شك في أن عملية اتحاد ذرات الكربون مع الذرات الأخرى لتأليف الخلية الأولى، تلك العملية التي تتجلى فيها عظمة الخالق، كانت تتطلب حالات خاصة من حضانة الأرض، فجو الأرض في عهدها الأول كان دفيئا رطبا وكان غلافها الجوي أشد سمكا وأكثر كثافة مما هو عليه حاليا، وكانت تحوطه السحب الدائمة، كما كانت نسبة حامض الكربونيك فيه كبيرة، مما جعل جو الأرض أقل كثيراً في تقلباته المناخية من حالته الراهنة، ومن المحتمل أن درجة الحرارة كانت ثابتة لا تتغير ليلا أو نهارا، ولا يبعد كذلك أن الغلاف الجوي كان لذلك غنيا بمركباته المعقدة من كربون ونيتروجين وفسفور.

ولا بد أن هذه المواد كانت توجد ذائبة بنسبة كبيرة في مياه المنافع، ومختلطة اختلاطا يصل إلى درجة التشبع في الطين الذي كان يكتنف شواطئ البحار، وأن ذلك الطين المشرب بالماء كان بوجه خاص وسط ملائما لنمو خلايا الحياة الأولى، وذلك لأن ليونته ورطوبته وحرارته التي لا تتغير كانت عوامل مساعدة للإبقاء عليها.

ومن المحتمل أن تلك الكائنات الهلامية الأولى نشأت من اتحاد المركبات الكربونية التي في الجو بالمركبات الأخرى المختلفة من نيتروجين وكربون وفسفور، وبازدياد نمو هذه الأجسام الهلامية أخذت في بعض الحالات تتجزأ إلى جسيمات أو كرات صغيرة ذات نشاط داخلي يكسبها حركة ذاتية، وكانت تلك الجسيمات الهلامية التي يطلق عليها لفظ (بروتوبيون Protobion) أبسط الأحوال الممهدة لتكون الخلايا وظهور أبسط حالات الحياة التي يطلق عليها لفظ بروتوزوا (Protozoa) ولم يكن هناك فرق بين البروتوبيون والبروتوزوا سوى ذلك الأثر الكيميائي أو التفاعل الحادث من اتحاد المواد المكونة للجسيمات الهلامية، تفاعلا من شأنه إطلاق الحيوية والحركة الذاتية والقوة على التجزؤ والانقسام.

والخلية تتجزأ بتأثير قوة نواتها، فالنواة تعتبر أجزاء الخلية، ومن أهم العناصر التي تتركب منها النواة هو الفوسفور، فالخلية التي لا يدخل الفوسفور في تركيب نواتها تعيش ولكن لا تتجزأ، والفوسفور هو من مركبات الصخور النارية وبعض مشتقاتها من الصخور الرسوبية كالتي تحتوي على فوسفات الجير.

وحامض الفوسفوريك كان من بين المواد الذائبة في مياه المناقع وطينها، وقد أسهم في تركيب الخلايا الهلامية وتكوين نواتها، وإمدادها بالحيوية والمقدرة على التجزؤ والانقسام.

أما سر تطور الحياة في الخلايا فهو متصل بتلك القوة الدافعة على النشاط، ونحن لا نعلم شيئاً عن ذلك التطور وليس من المنتظر أن نعلم عنه شيئاً لأنه لم تبق هناك من دلائل الكائنات الأولية ما يلقي الضوء على ذلك الأمر لاسيما وأن الطين لم يصلح لبقائها، ولا بد أن زمن نشوء تلك الكائنات كان سابقاً بوقت طويل للزمن الذي تكونت فيه أقدم الحفريات المعروفة لنا، ولعل تكون تلك الحفريات يمثل مرحلة زمنية وسطى بين بدء الحياة وبين عهدنا الحالي.

وهناك ما يدل على وجود الحياة في الأزمنة السابقة للعصر الكمبري، فقد وجد الدكتور "هايند G. j. Hinde" حبات من فوسفات الجير في طبقات الصخور الرملية التوريدونية (Torridonain) أو الأركية في اسكتلندة، يقول إنها كانت ذات تركيب عضوي ظاهر، كما توجد في ولاية منتانا في حوض المسوري الأعلى بغرب الولايات المتحدة بقايا مجموعة كائنات صغيرة ترجع إلى ما قبل العصر الكمبري، ويطلق عليها اسم أشهر أنواع هذه المجموعة وهو (مجموعة بلتينا Beltina Gauna) وهي أقدم الحفريات المحفوظة ذات المعالم الواضحة، ويدل شكلها على أنها نشأت من سلسلة تطورات سابقة.

ومن أعظم الاكتشافات التي تتعلق بتاريخ الأرض تلك الرواسب المتحجرة التي عثرت عليها حديثا إحدى المؤسسات العلمية في سواتسيلاند بجنوب إفريقية، وقام بفحصها العالم "هانس ريتر فلوج" الأستاذ بألمانيا بجامعة (جنيسين) الغربية، وأثبت الفحص وجود حيوانات أو نباتات من ذات الخلية الواحدة تنتمي إلى ما قبل العصر الكمبري، واستنتج من ذلك أن تاريخ بدء الحياة على الكرة الأرضية لا يقل عن أربعة مليارات من الأعوام.

وندرة تلك البقايا يرجع إلى أن هذه الكائنات لم تكن لها هياكل صلبة تستطيع البقاء، ويرجع عدم تكون هياكلها إلى سببين: الأول لأن ماء البحار فيها قبل العصر الكمبري لم يكن يصلح لأن تشتق منه الحيوانات الأولى عظاما أو أصدافا من كربونات الجير الذي كان يوجد في حالة إرساب في قيعان البحار. وبعض الصخور الرسوبية التي كانت توجد في الزمن الأركي كانت فقيرة جداً في مركباتها الجيرية، ويرجع ذلك إلى قلة الحيوانات التي تساعد بما تخرجه من كربونات النوشادر على ما يحدث من تفاعل مع سلفات الجير الذي يوجد بنسبة كبيرة، وما ينشأ عن ذلك من تكون كربونات الجير.

أما السبب الثاني لعدم تكون الهياكل للحيوانات الأولى فراجع إلى ناحية الحياة نفسها، إذ يفترض الدكتور: "إيفانز Dr. j. w, Evans" أن البحار في الزمن الأركي كانت خالية من الحيوانات آكلة اللحوم بحيث لم تحتج الكائنات الأولى إلى تكوين أصداف وهياكل خارجية تحمي بها

نفسها، أو هياكل داخلية تساعدها على سرعة الحركة للهرب من العدو أو لتتبع الفرائس واقتناصها، ويحتمل أن تلك الكائنات الأولى كانت تتغذى بنباتات ضئيلة تطفو على المياه.

ويفترض إيفانز أنه قبيل العصر الكمبري ظهر نوع واحد من الحيوانات آكلة اللحوم، إذ من المحتمل أنه يوجد في بيئة خالية من النبات، وأن هذا النوع تكاثر وأصبح بعد ذلك النوع السائد، مما دعا إلى تكوين الهياكل والأصداف.

ولهذا الافتراض أوجه للنقد، لأن كثيراً من الأجزاء الصلبة في الحيوانات تعتبر عماداً للجسم لا وسيلة للدفاع، على أن هذه الافتراضات وأمثالها تلقي شعاعا ولو خافت الضياء على ذلك الموضوع المعقد العويص.

وقد استطاع أخيرا العالم الألماني (هانس ريتر فلويج) بالاشتراك مع مجموعة من الجيوفيزيائيين: (علماء طبيعة الأرض) من مؤسسة بيرنار برايس العلمية في جوهانسبرج بجنوب إفريقية العثور على رواسب متحجرة في منطقة سواتسيلاند (لطحلب) من النباتات البحرية الدنيا ذات الخلية الواحدة، وفحصها فحصا دقيقا باستخدام أدق الأجهزة العلمية الحديثة مثل (الراديوميتر) و(المسبار الإلكتروني).

وكانت نتيجة ذلك الفحص أن الحياة وجدت على الكرة الأرضية قبل ما يزيد عن ٣٠٠ مليار (المليار ألف مليون) من السنين، بينما كان

المعتقد قبلا أنها بدأت على الكرة الأرضية في العصر الكمبري أي قبل نحو ٥٥٠ مليون سنة، ولذلك لأن ما عثر عليه العلماء سابقا كان أنواعا من الحيوانات اللا فقارية البحرية كالديدان والسرطانات والقواقع والمرجان وغيرها من الحيوانات ذات الخلايا المتعددة، وليس من ذات الخلية الواحدة.

كما دلت البحوث على أن الطحالب ذات الخلية الواحدة التي كانت تعيش في بحار العالم كانت تقوم بعملية التركيب الضوئي داخل المياه وتمتص ثاني أكسيد الكربون منه، مما أدى إلى ظهور مواد قابلة للذوبان في الماء تكونت فيها رواسب من أملاح المعادن احتوت الطحالب داخلها وظلت حتى اكتشفها العلم الحديث بعد أكثر من ٣٠٠ مليار سنة.

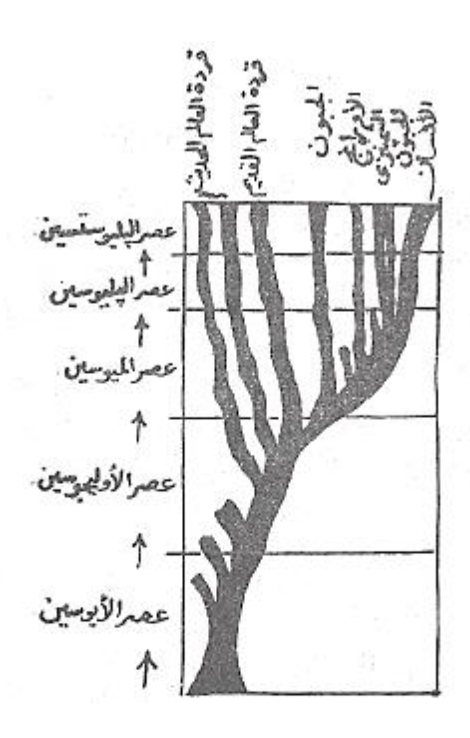
ومهما يكن من أمر فإن الكائنات الأولية البسيطة أخذت تنعقد وتتطور في سلم الارتقاء على مرور الأزمنة الجيولوجية، كما دل عليها علم الباليونتولوجيا، فكانت الحياة في العصر الكمبري مؤلفة من كائنات بسيطة التركيب، من محار أو حشرات، ولم تظهر الحيوانات الفقرية الأولى إلا في العصر السيلوري، ولم تكن تتمثل إلا في الأسماك.

ثم ظهرت الزواحف والحيوانات البرمائية أو الأمفيبية في آخر الزمن الأول (الباليوزوي)، ثم ظهرت الطيور والحيوانات الثديية البسيطة (غير ذات المشيمة) في الزمن الثاني (الميزوزوي) وظهرت الحيوانات الثديية (ذات المشيمة) في الزمن الثالث (الكاينوزوي).

أما الإنسان فلم يظهر إلا في أواخر الزمن الثالث وأوائل الزمن الرابع (الكواترنري) أي في عصر البليوستسين الذي يقدر بنحو مليون سنة، والذي يتضمن العصر الحجري القديم، وقد انتهى في أوروبا منذ حوالي عشرة آلاف سنة، والعصر الحجري الحديث الذي انتهى بها حوالي سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد.

نشأة الإنسان

الإنسان ما هو إلا فرع من فروع شجرة الحياة الكبيرة التي نبتت جذورها في الماضي الجيولوجي البعيد، أما جذوعها وفروعها فقد انطمرت وأصبحت في عداد الحفريات، ولم يبق من الحياة سوى الأغصان التي تطل على الحاضر في صورة الكائنات الحية الحالية؛ فالإنسان ثمرة من ثمرات التطور الطويل الذي خضعت لقوانينه الحياة، وهو أرقى أنواع الحيوانات الثديية العليا التي منها النسانيس (الليمور).



شجرة الحياة كما تصورها الباحث Keith

والقردة، وأقربها شكلاً إلى الإنسان (الجبون) عديمة الذيول و"الأورانج" "والشمبانزي" "والغوريلا"، وليس معنى ذلك أن الإنسان انحدر من القردة كما يتوهم البعض، ولكنه انحدر من شجرة الحياة العريقة كما انحدرت منها كل الكائنات الحية ومن بينها القردة وهي أقرب فروع تلك الشجرة إلى الفرع الإنساني.

ويدلنا "علم الأجنة Embryology" وعلم التشريح المقارن على وجود شبه كبير بين أجنة الحيوانات التي تبدو بعيدة الشبه بعضها عن بعض ومن بينها الإنسان؛ فأجنة بعض الطيور مثلا تشبه تماما أجنة الثعابين

في شكلها وتركيب أجزائها حتى ليتعذر التمييز بينها إلا في الحجم. وأجنة الحيوانات العليا الراقية ومن بينها الإنسان تشبه أجنة الحيوانات الدنيا في تكوينها العام، ويستدل من علم الأجنة على أن جنين الإنسان يكاد يمثل في تطور تكوينه تطور الحياة منذ الأزمنة الجيولوجية القديمة حتى مرحلة ظهور الإنسان.

ويؤكد "شارل دارون" فكرة التطور بدليل آخر محسوس، يتمثل فيما نراه في الحيوانات العليا من بعض الأعضاء التي أصبحت عديمة النفع والتي ظلت من آثار العهود القديمة وأصبحت أعضاء ثانوية باقية على سبيل التذكار، فنرى مثلاً في الحيوانات الثديية – ومن بينها الإنسان – أثداء للذكور، وفي بعض الطيور تجد لها أجنحة لا تستعمل في الطيران كالنعام، ولبعض الأسماك رئات رغم أنها تعيش في الماء.

وبعض الحيوانات التي تعيش فوق الجبال لها أجهزة الأسماك التنفسية مما يدل على تفرعها من حيوانات مائية، ويدل وجود الشعر على جسم الإنسان، وهو عديم الجدوى له في الوقت الحالي، على حالته القديمة واقتراب شكله من شكل بعض الحيوانات.

وكل هذه الأعضاء الأثرية آخذة في التلاشي، وإن دلت على شيء فدلالتها واضحة على تسلسل الأحياء وعلى خضوعها لنظام التطور الذي يتوقف على ما يسميه "دارون" بقوة الاختيار الطبيعي، وما يسميه الفيلسوف (هربرت سبنسر) عملية بقاء الأصلح، وهي العملية التي تتمثل

في الكفاح الشديد الذي تبذله الكائنات الحية نتيجة للتعقيد في علاقاتها بعضها بالبعض الآخر من جهة، وفي علاقاتها بالظروف المحيطة بها من جهة أخرى. وهذا الكفاح من شأنه إحداث تغيرات في نظام الكائنات الحية تفيدها في العادة وتشد أزرها.

ويحق لنا أن نتساءل كيف أن قوة الاختيار الطبيعي أو بقاء الأصلح لم تقض على الحيوانات الدنيا وتبيدها تماماً حتى تخلو الأرض من زعانف الحياة وتصفو للأجناس العليا!

ويعقب (دارون) على ذلك بأن هذه العملية لا تتطلب دائماً تحسناً مطرداً للكائن الحي وإنما هي تهيئ له فرصة الاستفادة من التغيرات التي تجسد عليه، فإن لم يستفد منها بقي على حالته دون تحسن خلال الأجيال الطويلة بمقتضى قانون الاختيار الطبيعي ذاته.

ويرتب "لامارك" أهمية كبيرة على أثر البيئة المحيطة بالكائن الحي في تطوره، ويضرب أمثلة كثيرة لذلك؛ فبعض الحيوانات ليس لها أعين لأنها تعيش في الظلام الدامس تحت الأرض، والطيور المائية لها أغشية بين أصابعها لتساعدها على العوم، والحيوانات آكلة اللحوم ذات أمعاء قصيرة لأن اللحوم تمتص بسرعة وليست بحاجة لأن تبقى طويلا في الأمعاء، كما أن أنياب تلك الحيوانات وأسنانها الأمامية قوية لمضغ اللحوم، بينما أمعاء الحيوانات آكلة النباتات طويلة لأنها تحتاج إلى وقت طويل لهضمها أو تمثيلها. وعنق الزراف طويل لأنها تحتاج لتناول غذائها من

ثمار وأوراق الأشجار العالية، بينما عنق الأوز منحن وطويل لحاجته لالتقاط غذائه من الأرض.

ولا ينكر "دارون" أثر البيئة الطبيعة ولكنه يختلف عن "لامارك" في أن ذلك الأثر يأتي في المرتبة الثانية بعد قوة الاختيار الطبيعي الكامنة في الكائن الحي ذاته.

على أن تعاليم "داروين" و"لامارك" فقدت الكثير من أهميتها السابقة على أثر تقدم علم الوراثة (Genetics) وخاصة على يد "هايكل" و"فيزمان" و"مندل"، ويتجه ذلك العلم حالياً إلى البحث عن العلاقة بين الصفات الوراثية وبين الخلايا التناسلية التي يتكون منها الكائن الحي بصرف النظر عن تأثير الوسط الخارجي، كما يبحث عن أثر هذه العلاقة في تطور الكائنات الحية.

ففي أواخر القرن التاسع عشر ظهرت نظرية "فيزمان" القائلة بأن الخلايا الجرثومية التناسلية (gametes) ما هي إلا وحدات متصلة في سلسلة واحدة موجودة منذ الأزل، وأن هذه الخلايا تحمل الصفات الوراثية وأنها توجد في الإنسان منذ كان بويضة (zygote)، ولا تشترك بحال في تكوين الجسم، وتلك الخلايا الخرثومية تنقسم ثم تنقسم فتنتج الأجيال المتعاقبة من النبات والحيوان على السواء، وهي التي تقوم بعملية التناسل وحفظ النوع والانتشار في الخلايا الجسيمة. وتوريث الصفات الجسمية وغيرها من الصفات الوراثية.

ومما عزز هذه النظرية فكرة الطفرة (Mutation) التي تقرر ظهور أنواع من الكائنات الحية تخالف الأنواع السالفة في بعض صفاتها أو فيها كلها ظهوراً مفاجئاً، ولهذا الأمر شأنه الكبير في تفسير فكرة التطور تفسيراً معتدلا. ويقول هادن (Haddon) إنه على الرغم مما للآلية الحيوية من أثر في التطور فلا ريب في أن البيئة وبخاصة الأحوال المناخية أثرها كذلك في المادة الحية، على أن قانون الاختيار الطبيعي أوجد مجموعات من الكائنات في مناطق مختلفة ذات صفات خاصة.

ومن أهم المميزات التي تفوق بها الإنسان على سائر الحيوانات اعتدال القامة، وقد نشأ عن ذلك تفرغ الأيدي للقبض ومقابلة الإبهام لبقية أصبع اليد لتساعده على ذلك، كما أن عظام الأرجل أصبحت أقوى وعظام الذراعين أصبحت أضعف مما كانت عليه.

ونتج ذلك عن اعتدال القامة استواء القدمين وتغير موقع الرأس بالنسبة للعمود الفقاري، وكان سبيل ذلك اتساع التجويف المخصص للمخ في الرأس حتى أصبح متوسط نسبة اتساع الجمجمة في الإنسان إلى حجم جسمه ١: ٥١ بينما هذه النسبة في الكلاب ١: ١٥٠ وفي الحيوانات الثديية الأخرى ١: ١٨٦ وفي الطيور ١: ٢١٢ وفي الزواحف ١: ٣٢٠٠، وفي الأسماك ١: ٥٦٠.

ومن أهم ما امتاز به الإنسان أيضاً مقدرته على الكلام، وترتبط تلك المقدرة بكبر حجم المخ وقوة التفكير، على أنه كانت هناك مرحلة قبل

اكتمال ظهور الإنسان (الآدمي) أو الإنسان العاقل (Homosapien) في مراحل التطور، كان خلالها الكائن الإنساني مختلفاً عن الإنسان الحالي اختلافا كبيرا. وقد دلت البقايا العظيمة التي وجد أقدمها في الطبقات التي ترجع إلى نهاية عصر البليوسين وأوائل عصر البليوستسين على أشكال تلك الأنواع التي انقرضت تماما بحيث لا يمكن القول بانحدار الإنسان الحالي منها.

اكتشاف تطور ظهور الإنسان:

وأهم الاكتشافات المتصلة بذلك حسب الترتيب الزمني لمراحل التطور ما يأتي:

كشف العالم الهولندي (ديبوا Dubois) سنة ١٨٦٢ بقايا عظيمة متفرقة (عظام جمجمة وعظمة فخذ وبعض الأسنان) في طبقات البليوسين في جزيرة جاوة، لكائن بشري تدل على أنه يمتاز بسمك عظام الجمجمة وضيقها بحيث لا يزيد حجم فراغ المخ على ٨٥٠ سم٢ مع أن متوسط سعته في الإنسان الحالي يبلغ ١٥٥٠سم٣، كما يمتاز يضيق الجبهة وبروز الحاجبين وقد سمي هذا النوع (بالإنسان القردي pithecanthrsroups Erectus) وقد انقرض نوعه.

وكشفت حديثا في بكين بالصين بقايا ما يسمى (بإنسان بكين وهو من النوع ذي الجمجمة الضيقة التي يمتاز بها الإنسان القردي ولكنه ذو فك يشبه فك الشمبانزي.

ومن الأنواع القديمة التي وجدت بقاياها نوع أطلق عليه اسم إنسان بلتدون (Piltdown) أو الإنسان الأول وقد وجدت هذه البقايا في مقاطعة سسكس بإنجلترا سنة ١٩١٢، ويمتاز باتساع فراغ الجمجمة نسبيا كما أن فكه الأسفل يشبه فك الشمبانزي أيضا، ويقال إن (إنسان بلتدون) وصل إلى أوروبا في العصر الشيلي أي في الحقبة الثالثة من العصر الحجري القديم.

وفي سنة ١٩٠٧ كشف بالقرب من هيدلبرج جنوبي فرنكفورت بألمانيا عن فك أسفل لنوع بشري آخر في طبقات ترجع إلى أوائل عصر البليوستسين أيضا، ويمتاز هذا الفك بضخامته وبعدم وجود ذقن فيه، ولكن أسنانه تشبه أسنان الإنسان الحالي. ويسمى هذا النوع بـ (إنسان هيدلبرج) أو (الإنسان القديم paleanthropus) وهو يرجع أيضا في تاريخه إلى العصر الشيلي. ويدل الفك على أنه لكائن قوى يشبه الغورللا ولكن الأسنان بشرية تماماً.

هذا وقد كشفت في بعض جهات إفريقية عظام بشرية وجماجم للإنسان الأول، ولكن يحوط هذه الكشوف الكثير من الشك والإبهام. ففي (بتشوانا لاند) وجدت بقايا لكائن أطلق عليه (الإنسان الأسترالي الإفريقي) كما وجدت جماجم أخرى عند (بروكن هل) في روديسيا لنوع يعتبره "إليوت سمث Eliot Smith" أكثر تطوراً من (إنسان هيدلبرج) ووجدت بقايا قديمة لقرد أو قردين أحدهما في مصر يعرف باسم "Mopropethicus" يحتمل أن له اتصالا بالكائنات البشرية الأولى.

ومن أشهر الاكتشافات المتصلة بذلك الهيكل الذي وجد سنة ١٨٥٦ في وادي نياندرنال بالقرب من دسلدورف في حوض الرين، وقد أطلق عليه إسم "إنسان نياندرتال Neanderthal" ويرجع إلى العصر الموستيري، وهو الحقبة الرابعة من حقب العصر الحجري القديم، وهو ذو جمجمة تعتبر أرقى من الأنواع السابقة، وترجع إلى أواخر العصر الجليدي، وله رأس ضيق ولو أن نسبة سعة الرأس تبلغ ضعفها في الغورللا، كما أن له جبهة ضيقة منحدرة وحواجب بارزة وذقناً متراجعاً. وقد وجدت مثل هذه الجمجمة في كثير من أنحاء أوروبا. وأشهر ما وجد من ذلك فك لامرأة في كهف "فولت Naulette" في بلجيكا، وجمجمة جبل طارق، وجمجمة "لاشابل La Chapelle" في فرنسا، وما وجد في فلسطين وفي روديسيا. وتدل الدلائل على أن هذا النوع كان يمثل حضارة العصر الحجري القديم، فكان يصنع الأسلحة من الأحجار ويوقد النار ويدفن الموتى ويضع القرابين معها، وما إلى ذلك من مظاهر الثقافة البدائية.

وقد كشفت هياكل لنوع آخر يرجع إلى أواسط العصر الحجري به آثار زنجية تتمثل في الرأس والأنف، مما يدل على وصول تأثيرات زنجية طفيفة إلى أوروبا، ويطلق على هذا النوع اسم "إنسان جريمالدي Grimaldi" نسبة إلى المكان الذي وجدت الهياكل فيه على الحدود الواقعة بين فرنسا وإيطاليا.

وفي سنة ١٨٦٨ كشفت بقايا لنوع أكثر تقدماً من "إنسان نياندرتال" في بعض كهوف منتون Mentone في فرنسا بالقرب من نهر

الأزير، ويعرف هذا النوع باسم "إنسان كرومانيون Cromagnon" وهو ذو رأس أرقى وأعلى مما عرف في الأنواع السابقة، وذو ذقن واضح، وليس بذقنه أو فكه الأسفل بروز كالذي يبدو في نوع نياندرتال. والفرق بين هذا النوع ونوع نياندرتال يدعو إلى افتراض وجود نوعين على الأقل من الإنسان الأول في عصر الجليد، وهما نوع "نياندرتال" ويرتبط بالغورللا ونوع "كرومانيون" ويرتبط بالأورانج.

ويشتهر نوع (كرومانيون) بالرسوم الجميلة التي وجدت على الكهوف التي كان يسكنها. و(إنسان كرومانيون) هو في الواقع فرع من فروع الإنسان العاقل "Homo Sapiens".

وتدل هذه الاكتشافات وأمثالها، على الرغم مما يحيط بها من سحانب الشكوك، على تطور الكائنات الحية تطوراً كان من شأنه ظهور الإنسان العاقل، كما تدل على ما قامت به الكرة الأرضية من احتضانها لتلك الكائنات وخلق المسرح الطبيعي وتكييفه أثناء تطورها حتى أصبح صالحاً لأن يؤدي الإنسان دوره عليه خاضعاً كما تذهب مدرسة العالم الألماني "راتزل Ratzel" لأثر البيئة أو المسرح الطبيعي. وتذهب "مس سمبل Miss Semple" إلى اعتبار الإنسان غلة من غلات الأرض تكيفه حسبما تهيئ له من ظروف بينما تذهب مدرسة العالم الفرنسي "فيدال دي لابلاش Vidal de laptache إلى أن الإنسان يتأثر بالبيئة ثم يؤثر بدوره فيها.

المهد الأول للإنسان:

والمعروف أن الإنسان العاقل الذي يعتبر آخر مراحل التطور في الكائنات الحية نشأ في موطن خاص من مواطن الأرض ثم انتشرت منه جماعات مختلفة أخذت تتحول عن صفاتها الخاصة سواء أكان هذا التحول نتيجة لتغير وراثي أو استجابة لأثر البيئة وأساليب المعيشة بها، أو نتيجة للاختلاط بين هذه الجماعات فنشأت من ذلك الأجناس البشرية المختلفة.

وقد قامت ولا تزال تقوم أبحاث كثيرة لتحديد موطن الإنسان الأول، ويخرج الباحث (هادن Haddon) الدنيا الجديدة (الأمريكيتين) من دائرة البحث عن ذلك الموطن، لعدم وجود بقايا بها تدل على وجود الإنسان الأول.

ومن العسير كذلك أن تعتبر إفريقية المدارية موطنه الأول فقد افترض البعض أن يكون عند منابع النيل أو في منطقة البحيرات الاستوائية، ولكن لا يقوم دليل على أن الأحوال المناخية كانت تختلف كثيراً في أواخر عصر البليوسين وأوائل عصر البليوستسين عن الأحوال الحالية، عدا ما حدث من زيادة في تكون السحب وفي سقوط المطر في عصر الجليد الأخير، فالحرارة الشديدة غير المتغيرة والمصحوبة بزيادة الرطوبة في الجو من شأنها أن تزيد من نمو الغابات، وذلك يعرقل تقدم الإنسان وتطوره، لأن من المعترف به أن من أهم بواعث التطور الطبيعي والثقافي للإنسان هو تغير

الأحوال المناخية أو الأحوال الجغرافية عامة، وهذا لتغير لم يتوفر في الجهات الاستوائية.

والاعتقاد الشائع عند علماء الأجناس أنه إن كانت هناك تغيرات وتطورات وجدت في أقوام البانتو الحاليين في إفريقية على عكس حالة الزنوج فيها، فإن ذلك راجع لتأثيرات جنسية خارجية لا لتأثير البيئة ذاتها.

أما الكشوف التي تتصل ببقايا الإنسان في أوروبا فلم يقم ما يثبت على أن الكائنات التي تركت تلك البقايا تقع في خط التطور المستقيم للإنسان، بل هي فروع من شجرة الحياة قريبة من مرحلة الإنسان العاقل فضلا عن أن ظهور (إنسان كرومانيون) الذي يعتبر فرعا من فروع الإنسان العاقل كان في الواقع أحدث من بدء ظهور ذلك الإنسان، لذلك لا يمكن اعتبار أوروبا أيضا الموطن الأول للإنسان، لاسيما وأنه كان يسودها البرد القارص، وكانت أغلبها مغطاة بالجليد في عصر الجليد. أما أستراليا فقارة منعزلة لا يصلح موقعها لانتشار الأجناس بسهولة فيها.

وهناك رأي يقول بمنشأ الإنسان نشأة مستقلة في أكثر من قارة، ولكن هذا الرأي يثير مشكلات جمة، كما أنه لا يستند على أدلة قوية.

ومن أهم البحوث التي تتصل بهذا الموضوع ما نشره الباحث "ماتيو Mathew" في رسالته الرائعة عن (المناخ والتطور) من أن كل المجموعات الثديية نشأت وانتشرت من وسط آسيا حيث المناخ المعتدل الجاف الخالي من الرطوبة ومن الحرارة الاستوائية التي تسود أيضاً في جنوب شرقي آسيا.

ويميل "هادون" إلى الاعتقاد بأن تطور الإنسان كان في غرب آسيا الجنوبي، وأن الفرع الجنوبي احتفظ بالصفات البشرية أكثر من الفروع التي هاجرت إلى الشمال، وأن المجموعات البشرية انتشرت في تلك المنطقة، وسكن بعضها في الجهات الحارة وبعضها في الجهات المعتدلة، وتكيف كل جنس نتيجة لهذا الانتشار فأصبحت له مميزاته الجنسية الخاصة.

ويعتبر الإقليم الممتد من غرب آسيا إلى شمال إفريقية هو أصلح مهد يمكن أن يكون الموطن الأول للإنسان، وذلك لاعتدال مناخه أثناء عصر الجليد، ولكفاية الأمطار فيه لنمو العشب ووفرة الغذاء، ثم لسهولة الانتقال منه إلى القارات الأخرى المحيطة به. ولعل هذا الاعتبار هو أكثر تلك الاعتبارات انطباقا على النصوص الدينية والروايات التاريخية القديمة مما يزيده قوة وتأييدا.

الباب الحادي عشر

انتشار الإنسان وتكوين الأجناس البشرية

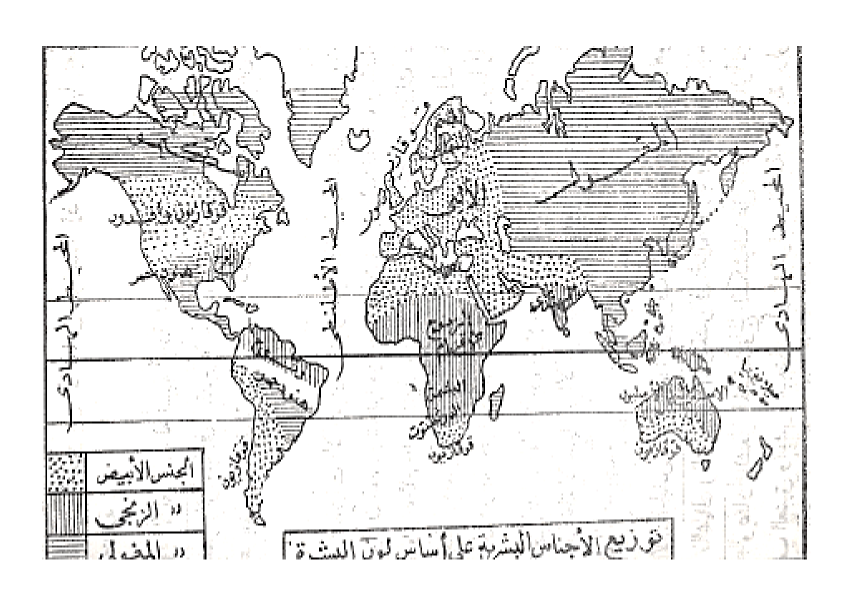
انتشر الإنسان من مهده الأول في بيئات الأرض المختلفة، حيث تأقلمت جماعات من البشر لم تلبث أن اكتسبت بمرور الزمن صفات ومميزات جسمية يمكن إجمالها فيما يلي:

لون البشرة: وقد اتخذ مقدما أساسا للتمييز بين الأجناس، ولا يزال عنصرا سائدا لذلك التمييز، غير أن لون البشرة لا يصلح وحده للتمييز بين السلالات الفرعية للأجناس فالأستراليون الأصليون والزنوج يجمعهم سواد البشرة رغم أنهم من جنسين مختلفين، ويقترن غالبا لون البشرة بلون الشعر ولون العيون، فالشعر الذهبي الأصفر والعيون الزرقاء توجد بين الجنس الشمالي في أوروبا، أما الشعر الأسود والعيون السوداء أو العسلية فهي أكثر انتشارا في العالم، ويمكن ملاحظة التوزيع العام للأجناس على أساس لون البشرة على الخريطة المبينة ص١٨١.

شكل الشعر: وذلك من حيث نسيجه وقطاعه، فهو مستطيل القطاع في حالة الشعر المفلفل، ومستدير القطاع في حالة الشعر المستقيم المرسل، أو بيضاوي القطاع في حالة الشعر المموج.

شكل الرأس وهو نسبة عرض الرأس إلى طوله (يضرب العرض في ١٠٠ ويقسم على الطول)، وتعرف بالنسبة الرأسية Cephalic Index

فإن زادت النسبة على ٨٠ كان الرأس عريضا وإن تراوحت بين ٧٥، ٧٠ كان متوسطا، وإن قلت عن ذلك كان طويلا، وهذا القياس هام لسهولة الحصول عليه في جماجم الأحياء والأموات، ولأن النسبة لا تتغير بين الذكور والأناث وبين الكبار والصغار ولأن شكل الرأس لا يتأثر كثيراً بالبيئة. ولو أنه يلاحظ أن أغلب سكان المناطق الجبلية ذوو رؤوس عريضة. وعلى العموم فشكل الرأس لا يصلح وحده للتمييز بين الأجناس الرئيسية إذ أن كلا منها يجمع بين رؤوس مختلفة.



شكل الأنف: وله نسبة أيضا تعرف بالنسبة الأنفية Nasal lodex وتشبه النسبة الرأسية في تقديرها، فإن زادت نسبة الأنف عن ٨٥ كان الأنف عريضا وإن كانت بين ٨٥، ٧٠ كان متوسطا وإن قلت عن ٧٠ كان ضيقا.

ومن المميزات الأخرى مقدار طول القامة ومقدار كثافة الشعر على الجسم، ولون العين وشكلها من حيث الضيق والاستقامة، ومقدار بروز الفك وبروز عظام الوجنتين وسمك الشفة. وهناك عدا ذلك دراسات سيكولوجية وفسيولوجية للتمييز بين الأجناس كالتي تستند إلى مجموعات الدم أو إلى درجة حرارة الجسم وعدد النبض وعمق التنفس وما إلى ذلك.

ويمكن إجمال الأجناس الرئيسية في العالم فيما يلي، مع تذكر وجود مناطق متداخلة لاسيما في الأمريكتين وإفريقية حيث امتزاج الوافدين بالسكان الأصليين.

أولا: الجنس القوقازي: ويعرف بالجنس الأبيض، وهو يشمل الجنس الشمالي (النوردي) وينتشر في شمال أوروبا وحول بحر بلطيق وبحر الشمال. ويمتاز بالشعر المموج الكثيف على الجسم وبالرأس الطويل والأنف الضيق والبشرة البيضاء، أو الشقراء والقامة الطويلة ولون الشعر الذهبي أو الأصفر والعين الزرقاء أو الخضراء.

والجنس الألبي: ويوجد في وسط أوروبا ويمتاز بالشعر المموج الكثيف على الجسم وبالرأس العريض والأنف الضيق والبشرة البيضاء والقامة الأقل طولا والشعر الأسمر والعيون السمراء، وهناك خليط بين الجنس النوردي والألبي في مناطق الانتقال، ويرمز لهذا الجنس باسم "جون بول" المعروف في إنجلترا.

أما جنس البحر المتوسط: الذي ينتشر حول ذلك البحر فيمتاز بالشعر المموج وهو أقل كثافة على الجسم، وبالرأس الطويل أو المتوسط وبالأنف الضيق والبشرة السمراء الفاتحة وبالقامة المتوسطة والشعر الأسود والعين العسلية، ويطلق الباحث "سلجمان" عليه اسم الجنس الأسمر Brown Race. وتمتاز السلالة التي نشأت من الاختلاط بين جنس البحر المتوسط والجنس الألبي بروح الأقدام والمخاطرة.

ومن مميزات الجنس الهندي الشعر المموج والرأس الطويل والأنف الضيق أو العريض، ولون البشرة الأسمر والفك طفيف البروز والقامة ذات الطول فوق المتوسط.

ثانياً: الجنس المغولي: ويعرف بالجنس الأصفر وينتمي إليه مغول آسيا الذين ينتشرون في أغلب جهاتها الشرقية والوسطى والشمالية، ويمتاز الجنس المغولي بالشعر المستقيم المسترسل قليل الكثافة على الجسم، وبالرأس العريض والأنف المتوسط، وبالبروز المتوسط في الفك، وبالعين المغولية الضيقة المائلة، وبالوجه العريض ذي الوجنتين البارزتين، وبلون البشرة الأسمر الفاتح المائل للون الأصفر، وبالقامة دون المتوسط في الطول.

ويختلف مغول أندونيسيا والملايو في أن العين المغولية أقل ظهوراً، وفي أن شعرهم يجمع بين النوع المستقيم والنوع المموج، ويميل أحياناً في

لونه الأسود إلى الاحمرار، ورؤوسهم تجمع بين العريض والمتوسط وكذلك الأنوف.

وإلى الجنس المغولي ينتمي الإسكيمو، وهم فرع من المغول ولكنهم قصار القامة ويجمعون بين الرأس الطويل والوجه المستدير. وتوجد كذلك تأثيرات مغولية في إفريقية بين قبائل البوشمن وقبائل الهوتنتوت، وذلك من حيث اللون وفتحة العين المائلة، كما توجد تأثيرات مغولية بين سكان المكسيك وأمريكا الوسطى.

ثالثاً: الجنس الزنجي: ويمتاز بالشعر الصوفي المفلفل وبقلة كثافته على الجسم، وبالرأس الطويل عدا الأقزام ذوي الرؤوس العريضة، وبالأنف العريض الأفطس وبالفك شديد البروز وبالبشرة السوداء والقامة الطويلة عدا الأقزام قصار القامة.

ومن التأثيرات الزنجية في إفريقية ما يوجد بين قبائل البوشمن والهوتنتوت في الجنوب الغربي من إفريقية، ومن الزنوج من نقلهم الاستعماريون قديما إلى جنوب شرق أمريكا الشمالية وشمال أمريكا الجنوبية ليمارسوا الأعمال الشاقة الزراعية وغيرها، كما يوجد بعض الزنوج في جنوب شرق آسيا وجزائر المحيط الهادي المعروفة بمجموعة ميلانيزيا.

وقد نشأ من اختلاط بعض الأجناس والسلالات، سلالات أخرى ثانوية مثل سلالة الأينو في اليابان، والهنود الأستراليون في الطرف الجنوبي من الهند، والأستراليون الأصليون، والبانتو في إفريقية، وقد ازداد الاختلاط

بين الأجناس والسلالات في كثير من أجزاء العالم لاسيما في العالم المتحضر بدرجة أصبح النقاء الجنسي فيها أمراً نادراً، ولقد استيقظ الضمير العالمي أخيراً للعمل على القضاء على التفرقة العنصرية البغيضة وإقرار المساواة والعدالة بين ألوان البشر.

الباب الثاني عشر

الخاتمة

ذلك إذن هو الغلاف الحيوي للأرض الذي هيأت لنشأته غلافها الصخري وأحاطته بالغلاف الجوي لاستكمال أسباب النمو والحياة وربطت بين هذه الأغلفة برباط وثيق وأخضعتها وخضعت هي بذاتها لقوانين طبيعية لا حصر لها.

ومن أهم هذه القوانين مثلا مقدار بعد الأرض عن الشمس الذي تلزمه الأرض أثناء دورانها حول الشمس، مما جعل نصيبها من حرارة الشمس نصيبا معتدلا يكفي لنشأة الحياة ولإحداث التطورات المناخية المختلفة التي ترتبط بها، وفضلا عن ذلك فإن شكل الأرض ذاته يحدد نصيب كل جزء منها من حرارة الشمس، مما يؤدي إلى تنوع درجات الحرارة بين المناطق الحرارية المختلفة.

ثم إن ميل محول الأرض بقدره المعروف له أثره الكبير الفعال في حركة الأرض اليومية حول نفسها وفي حركتها السنوية حول الشمس، فهو يؤدي إلى تغييرات تحدث في درجات الحرارة على مدار السنة في كل من عروض الأرض المختلفة. ودوران الأرض حول الشمس في مدارها المنتظم

وبسرعة تكاد أن تكون منتظمة يجعل الفصول الحرارية التي تنجم عن ذلك متقاربة الأطوال منتظمة الحدوث والتوالي.

ودوران الأرض حول محورها المائل مرة كل يوم يحدث تعاقب الليل والنهار كما يحدث اختلاف طول الليل والنهار، وكل ذلك وأمثاله له أثره العظيم في تكييف الحياة سواء في حالة النبات أو في حالة الحيوان والإنسان.

ومن تلك القوانين أيضا قوانين الجاذبية التي تتصل بكثافة الأرض وكتلتها (أو وزنها) وما يترتب على ذلك من قوة الجاذبية التي تلجئ الغلاف الجوي للاستقرار حولها وعدم التبدد في الفضاء اللا نهائي، كما تجعله يحتفظ بتركيبه الخاص وكثافته الخاصة.

وقوانين الجاذبية تحدد أيضاً وزن الأجسام على وجه الأرض كما تجعل من قوة صلابة النباتات وقوة عضلات الحيوانات ما يؤهلها للحركة والحياة، ومن هذه القوانين ما يحدد علاقة الأرض بالأجرام السماوية التي تتضمنها أسرة الأرض أو بعبارة أخرى المجموعة الشمسية، فهي تحدد بعض الأرض عن الشمس كما تحدد بعد القمر عن الأرض، وما لذلك من آثار كالتي تتصل بمقدار الحرارة والضوء وبتكون المد والجزر وما له من تأثير في نشاط الإنسان.

ومن هذه القوانين ما يتصل بالقشرة الأرضية التي تعتبر بمثابة خشبة المسرح للحياة، فغلافها الخارجي يتأثر كما رأينا بالعوامل الباطنية وبالعوامل

الظاهرية لتجعل فيه تربة صالحة لاكتناز الغذاء وللنبات والحيوان، والقشرة الأرضية بين هذه العوامل في تضرس وتغير مستديم، ولتضاريس القشرة من جبال وهضاب وصحراوات وأودية وسهول أثر بين أيضا في تنوع الحياة وانتشارها، لاسيما فيما يتعلق بهجرة الحيوانات والأجناس البشرية وما ينجم عن ذلك من تباعد واختلاف.

ومن تلك القوانين أيضا ما يتصل بتوزيع اليابس والماء على سطح الأرض وما ينجم عنه من توزيع الحياة البحرية والحياة البرية، ومن عوامل البخر وتوزيع الأمطار بأقدار مختلفة في أنحاء العالم، مما له أثره أيضا في الغلاف الحيوي وتباينه.

ويقال إننا لو اقتطعنا من سطح الأرض بأكمله أكثر جهاته ارتفاعا وأكثرها انخفاضا، ثم اقتطعنا أشدها حرارة وأقلها حرارة، وأشدها رطوبة وجفافا، فلا يبقى من سطح الأرض أكثر من جزء واحد من عشرة أجزاء صالح لتكاثف السكان وتحضرهم بنسبة واحدة، ولكن الأرض جعلت من مناكبها ميادين واسعة للتباين والاختلاف.

هل للأرض من نهاية:

وأخيراً يجدر بنا أن نتساءل: هل للأرض من نهاية كسائر الأحياء؟ وينبري علم الفلك بوجه خاص للرد على هذا السؤال، فالمعروف أن الشمس هي مصدر حرارة الأرض، والحرارة هي قبل كل شيء مصدر الحياة على سطح الأرض، والشمس لها طاقة حرارية محدودة، إذ ليس لها

مصدر خارجي تستمد الحرارة منه كما تفعل الأرض، وهذه الطاقة تقل بمرور الأجيال الطويلة. ويقول السير "جيمس جينر" إن الشمس ظلت منذ تكونت الأرض والكواكب تبعث جزءاً من كتلتها في شكل إشعاع يقدر بمعدل ٢٥٠ مليونا من الأطنان في الدقيقة الواحدة.

وذهبت بعض التقديرات إلى أن كتلة الشمس في بدء تكوينها كانت أضعاف كتلتها الحالية، فأما الكتلة التي انصرفت عنها فيفسر البعض انصرافها بالتقاء ما تحتويه الشمس من كهارب (إلكترونات) وبروتونات التقاء يحدث من أثره تجاذب كل كهرب وبروتون وتعادل شحنتيهما فتنطلق طاقاتهما المجتمعتان على شكل ومضة من الإشعاع يكون لها كتلة مساوية لكتلة الكهرب والبروتون اللذين أحدثاهما.

فالطاقة الشمسية يتوقف إنتاجها سواء في الشمس أو سائر النجوم، كما لاحظ العالم الأمريكي "تشارلز كريتسفيلد"، على تتابع تفاعلات نووية حرارية يمكن إجمالها فيما يلي:-

١- تكوين ذرتين من (البروتون) بسبب ما يحدث من درجة حرارية عالية جدا عند تصادم ذرتين من الأيدروجين.

٢- ثم ينبعث من تصادم ذرتي (البروتون) موجب يعرف (بالنيوترون).

٣- وبالتحام (البروتونات) و(النيوترونات) يكونان (الديوترون) وهو نواة ذرة الأيدروجين الثقيل الذي يقدر وزنه الذري بضعف نظيره في الأيدروجين العادي.

٤- ثم يحدث تصادم بين (الديوترون) و(بروتون آخر) فتتكون نواة (الهليوم) التي يقدرونها بثلاثة أضعاف وزن ذرة الأيدروجين.

٥- وبتصادم نواتي (الهليوم) تتكون نواة أخرى (لهليوم أثقل) يقدر وزنها بأربعة أضعاف وزن ذرة الأيدروجين، كما يتكون في نفس المرحلة (نيوترونان).

وأسفرت أبحاث أخرى تتصل بتلك التفاعلات عن اقتراح ما يعرف (بالدورة الكربونية) التي تتم بتصادم أربع ذرات أيدروجين مكونة أربعة (برتونات) تجتذبها نواة كربون وتجمع بينها مكونة نواة (هيليوم). ومهما يكن من أمر فإن هذه الأبحاث تلتقي جميعا في أن التفاعل النووي ينتهي دائما بتحويل الأيدروجين إلى (هليوم) مقترنا بانطلاق كميات هائلة من الطاقة الحرارية النووية.

ويتوقف عمر النجم على مدى ما يحتويه جوفه من (الأيدروجين) فهو بمثابة الوقود الداخلي الذي يمده بالطاقة الحرارية، فإذا تم احتراق ذلك الوقود اعتمد النجم أخيرا على رصيده من الأيدروجين الموجود في طبقاته الخارجية، وبذا يبدأ سطح النجم الخارجي في التمدد والتضخم وتزداد كمية الحرارة والضوء المنبعثة منه ويتحول توهجه الأبيض إلى اللون

الأحمر، وتتفجر منه الغازات المخلخلة على هيئة كرات ضخمة حارة، ويعرف النجم في هذه المرحلة (بالمارد الأحمر) وتبدو لنا فيها بعض النجوم مثل (قلب العقرب) و(منكب الجوزاء). وبعد هذه المرحلة يبدأ النجم في تقلص حجمه ويقل تدريجيا سطوع ضوئه، ويعقب ذلك فترات فلكية تشبه خفقات الاحتضار يسطع فيها الضوء ثم يخبو، وتلي هذه الفترات مرحلة تفجرات عنيفة، وتوهج شديد ثم تمزق في جسم النجم وتناثر أشلاء منه في الفضاء، وقد يتحول إلى جرم صغير يحتفظ بحرارته وضوئه ويعرف عندئذ (بالنجم القرمزي)، وقد ينتهي مصيره بالبرودة التامة فيصبح جسما معتما بعد أن كان نجما متألقا.

وللتعرف على موقف نجمنا الشمسي من هذه المراحل لا بد من الرجوع إلى الأبحاث المستفيضة التي قام بها في الثلاثينات من القرن الحالي العالم البريطاني آرثر إدنجتون، وغيره عن طبيعة الشمس وتركيب باطنها، ثم التجارب والأبحاث التي قام بها (رذرفورد) ثم (جورج جاواو) وغيرهما عن معدلات التفاعلات النووية في الشمس. ويتضح من هذه الأبحاث أن كثافة الغاز الذي في باطن الشمس تعادل مائة مرة كثافة الماء، وأن درجة حرارة سطح الشمس تبلغ ٦٠٠٠º مئوية بينما تصل عند مركزها الداخلي إلى ٢٠ مليون درجة كما سبق أن أشرنا إلى ذلك، وأن الجزء الأعظم من القوى الانطلاقية للطاقة الحرارية للشمس ما زال يأتي من باطن الشمس.

وبالوقوف على كمية الأيدروجين الذي يحتويه ذلك الباطن وعلى معدل تحوله إلى (هليوم)، أمكن تقدير عمر الشمس الإجمالي بنحو عشرة

بلايين (عشر ألف مليون) سنة من سني الأرض، وأن عمرها الحالي بلغ نحو خمسة بلايين من الأعوام، وأنه ما زال أمامها نحو خمسة بلايين أخرى من عمرها الطويل حتى يستهلك ما بداخلها من الأيدروجين فتهبط درجة حرارة سطحها ويتضخم قرصها ويحمر لونه.

وقد يصل تضخم الشمس إلى حد استيعاب كوكبي عطارد والزهرة، وقد يتناول ذلك الاستيعاب الأرض، أو يصبح سطحها كالأتون تغلي فيه مياه المحيطات، ويشتد السعير حتى تنصهر الصخور وفي غضون ذلك تذوى شجرة الحياة.

وبما أن الشمس قد صرفت جزءاً كبيراً من كتلتها، فلا بد أن يأتي على الأرض زمن تحتاج فيه إلى الاقتراب من الشمس المحتضرة كي تعوض ذلك النقص، ولكن تدل الدلائل على أن الأرض لا تستطيع الاقتراب منها بل إنها على النقيض من ذلك تخضع للنظام الديناميكي الخاص بها ولقوانين الحركة التي تعمل على إبعادها عن الشمس إلى حيث الظلمة والبرودة.

وستظل هذه القوانين تسيطر على الأرض حتى تذوي عليها شجرة الحياة وتنقضي، لأن الحياة لا يمكن أن تبقى إلا في حالات مناسبة من الضوء والحرارة.

ذلك مصير من المصائر التي يمكن أن تختتم بها الأرض حياتها الحافلة بأسباب النشاط، ومن يدري فقد تقع واقعة أخرى رهيبة ربما كانت جزءاً

من أسطورة حياة كوكبنا العجيب، كاصطدام سماوي ينشأ من أدنى اضطراب يحل بحركات الكواكب وأتباعها، ويؤدي إلى تحطيم الأرض وحدها أو تحطيمها وذويها فيكون بمثابة التفجير الذري للمجموعة الشمسية، ولعل هذا الاضطراب أن يكون كامنا في القوانين المتصلة بحياة الأرض، كما تتصل الأقدار بحياة الإنسان، عند ذلك تصل الأرض إلى نهايتها المحتومة قبل أن تجمد الحياة بنقص الإشعاع الشمسي، وعند ذلك يسدل الستار على مسرحنا الضئيل المفعم، ولا نقول عبثًا، بالآلام والآمال.

أفلا يكفي ذلك المصير الغامض المحتوم لأن يكون وازعاً للإنسانية في السعي لحل عقدة الانفصام بين المادية بجبروتها الساحق المذل، وبين المعنويات الروحية والدينية التي تضفي على الأفراد والمجتمعات سلام النفس وتألق الضمير وراحة الوجدان؟

إن الإنسان كلما أوغل في مجاهل الفضاء بجسمه أو بفكره ازداد إيمانا بجلال الخالق وازدادت عقيدته رسوخا وصفاء، وسار في دروب الحياة على هدي الخير والحق والكمال.

أهم المراجع لموضوعات الكتاب

١. The Mysterious Universe Jeans ;

٢. Mathematical Geography : Johnson.

٣. The Unstable Earth : Steers.

٤. The Face of the Earth : Suess.

٥. Earth Features & Their Meanings. W. H Hobbs.

٦. Surface History of the Earth : J, joly.

٧. Planet called Esrth G. Gamw.

٨. Tratte de geographie physique: De Martonne.

٩. Goegraphical Essays : W. M. Davis.

١٠. Physical Geography: Lake.

١١. The Geographical journal «Published by the royal geographical society.

١٢. Metreoology: A. E. M Geddes.

١٣. Climatic changes : Huntington.

١٤. Climatology : Miller.

١٥ Climate & Weather : Dickson.

١٦. **ice Ages: Coleman,**

١٧. **The quaternary Ice age : Wight.**

١٨. **Plant Geography: Hardy.**

١٩. **Animal Geography: Marett.**

٢٠. **Anthropology: Marett.**

٢١. **The races of man : Haddon.**

٢٢. **The races of man : Fleure.**

٢٣. **The world's peoples – Keane.**

(٢٤) النجوم في مسالكها: "جينز".

(٢٥) مناخ العالم: الأستاذ محمود حامد محمَّد.

(٢٦) المجلات والصحف المصرية والأجنبية ومن بينها:

– Geographic Magazine*

– Life.

الفهرس